

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-197717

(43)Date of publication of application : 12.07.2002

(51)Int.Cl.

G11B 7/135
G02B 5/18
G02B 13/00
G02B 13/18
G11B 7/004
G11B 7/125
G11B 7/24

(21)Application number : 2001-328872

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 21.01.2000

(72)Inventor : OTA KOHEI
ARAI NORIKAZU
SAITO SHINICHIRO
KOJIMA TOSHIYUKI
KIRIKI TOSHIHIKO

(30)Priority

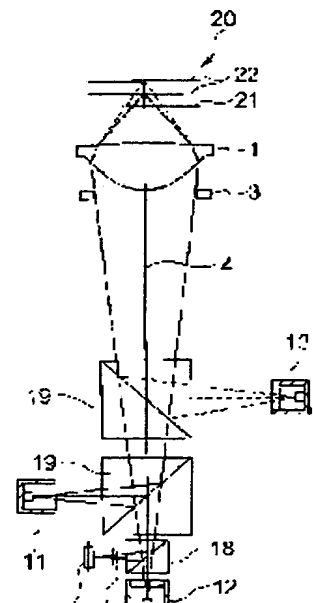
Priority number : 11041925	Priority date : 19.02.1999	Priority country : JP
11095347	01.04.1999	
11097480	05.04.1999	JP
11015010	22.01.1999	
11257466	10.09.1999	JP
11312701	02.11.1999	
		JP
		JP
		JP

(54) OPTICAL PICKUP DEVICE, RECORDING/REPRODUCING DEVICE HAVING THE OPTICAL PICKUP DEVICE, OPTICAL DEVICE, METHOD FOR RECORDING/REPRODUCING INFORMATION, OPTICAL SYSTEM, LENS, DIFFRACTING OPTICAL SYSTEM FOR OPTICAL DISK, REPRODUCING DEVICE AND OBJECT LENS FOR OPTICAL PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an optical pickup device in which an aberration is corrected with simple constitution, a recording/reproducing device having the optical pickup device, an optical device, a method for recording/reproducing information, an optical system, a lens, a diffracting optical system for an optical disk, a reproducing device and an object lens for the optical pickup device.

SOLUTION: A spherical aberration is corrected by offsetting an action of a diffracting surface against an action of refractive surface to each of three light sources 11, 12 and 13 having different wavelengths including an optical surface in which a diffracted zonal lens is provided on the refractive surface of the object lens 1. Also, a loss of light quantity is reduced by using 1st order diffracted light as diffracted light with respect to light from the light sources 11, 12 and 13 of three wavelengths. Also, the object lens is provided with a diffracted pattern in at least one surface, when luminous fluxes from the light sources of different wavelengths are condensed on an information recording surface, 1st order diffracted light from the diffracted pattern is used in



reproducing of a plurality of recording media. +1st order diffracted light is used or -1st order diffracted light is used as utilized diffracted light depending on the condition of the recording medium.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**Japan's Publication for Unexamined Patent
Application No. 197717/2002 (Tokukai 2002-197717)**

A. Relevance of the Above-identified Document

This document has relevance to claim 21 of the present application.

B. Translation of the Relevant Passages of the Document

[0014]

[MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS]

An optical pickup ... includes: a first light source for emitting a first light beam of a first wavelength; a second light source for emitting a second light beam of a second wavelength different from the first wavelength; and a focusing optical system having an optical axis, a diffracting section, and a photodetector, the first light beam passing through the diffracting section to generate diffraction light of at least one n th order component which is greater in quantity than any other order of the diffraction light of the first light beam, the second light beam passing through the diffracting section to generate diffraction light of at least one n th order component which is greater in quantity than any other order of the diffraction light of the second light beam. Here, n is an integer other than 0.

[0025]

Note that, the nth order component of the diffraction light is preferably +1 or -1 because it causes smaller light quantity loss compared with the diffraction light of higher orders.

[DESCRIPTION OF THE EMBODIMENT]

[0403]

...The optical disks 20 includes a first optical disk (DVD) with a transparent substrate of a thickness t_1 , a second optical disk (next-generation high-density optical disk using a blue laser), and a third optical disk (CD) with a transparent substrate of a thickness t_2 different from t_1 . Here, the thickness of the transparent substrate $t_1 = 0.6\text{mm}$, and $t_2 = 1.2\text{mm}$.

[0404]

The light sources of the optical pickup device 10 are a first semiconductor laser 11 (first light source: wavelength $\lambda_1 = 610\text{nm}$ to 670nm), a blue laser 12 (second light source: wavelength $\lambda_2 = 400\text{nm}$ to 440nm), and a second semiconductor laser 13 (third light source: wavelength $\lambda_3 = 740\text{nm}$ to 870nm). The first through third light sources are used exclusively according to the type of optical disk used to record or reproduce information.

(5)

とを特徴とする請求項1に記載の光ビックアップ装置。
 【請求項44】 前記回折部が設けられている前記レンズが、外周にフランジ部を有することを特徴とする請求項43に記載の光ビックアップ装置。

8

において、前記n次回折光が他の次数の回折光に比して多く発生することを特徴とする請求項54に記載の光ビックアップ装置。

【請求項56】 前記集光光学系は、

対物レンズと、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数より外側の前記第1の光束を透過もしくは回折し、前記第2の光束は透過する開口制限手段、または、前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数より外側の前記第2の光束を透過もしくは回折し、前記第1の光束は透過する開口制限手段と、を有することを特徴とする請求項1に記載の光ビックアップ装置。

【請求項57】 前記集光光学系は、対物レンズを有し、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数より外側の前記第1の光束を透過もしくは回折し、前記第2の光束は透過する開口制限手段も、前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数より外側の前記第2の光束を透過もしくは回折し、前記第1の光束は透過する開口制限手段も有さないことを特徴とする請求項1に記載の光ビックアップ装置。

【請求項58】 前記集光光学系が屈折面を有するレンズを有し、
 前記回折部が前記レンズに設けられており、
 以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項1に記載の光ビックアップ装置、

$$-0.0002/^{\circ}\text{C}<\Delta n/^{\circ}\text{C}<\Delta n/^{\circ}\text{C}+\Delta T<-0.00005/^{\circ}\text{C}$$

ここで、 $\Delta T (^{\circ}\text{C})$ ：温度変化
 Δn ：前記レンズの屈折率の変化量

$\Delta \lambda 1 (\text{nm})$ ：温度変化 ΔT があったときの第1の光源の波長の変化量

【請求項59】 前記集光光学系は対物レンズを有し、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項1に記載の光ビックアップ装置、

$$0.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C} < \Delta f_{\text{SA3}} \cdot \lambda 1 / \{f \cdot (\text{NA})\} \cdot 4 \cdot \Delta T\} < 2.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$$

ここで、NA1：前記第1の光束を用いて、前記光情報記録媒体に対して再生または記録する場合に、必要な像側の前記対物レンズの開口数

$\lambda 1$ ：前記第1の光束の波長
 f ：前記第1の光束における前記対物レンズの焦点距離
 ΔT ：環境温度変化、

$\Delta f_{\text{SA3}}(\lambda 1 \text{rms})$ ：前記第1の光束を用いて、前記光情報記録媒体に対して再生または記録する場合に、情報記録面に集光された光束の波面位相の3次球面収差成分の変化量

【請求項60】 前記集光光学系は対物レンズを有し、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内である前記第1の光束は、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に $0.07 \lambda 1 \text{rms}$ 以下の状態で集光され、

9

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した前記第1の光束は、前記第1の光情報記録媒体上では $0.07 \lambda 1 \text{rms}$ より大きい状態となり、
 前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内を通過した前記第2の光束も、前記所定開口数より外側を通過した前記第2の光束も、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07 \lambda 1 \text{rms}$ 以下の状態で集光されるか、または、
 前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内である前記第2の光束は、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07 \lambda 1 \text{rms}$ 以下の状態で集光され、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内を通過した前記第1の光束は、前記第1の光情報記録媒体上では、 $0.07 \lambda 1 \text{rms}$ より大きい状態となり、
 前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内を通過した前記第2の光束は、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07 \lambda 1 \text{rms}$ 以下の状態で集光され、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内を通過した前記第1の光束も、前記所定開口数より外側を通過した前記第1の光束も、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、 $0.07 \lambda 1 \text{rms}$ 以下の状態で集光されることを特徴とする請求項1に記載の光ビックアップ装置。
 【請求項61】 前記集光光学系は対物レンズを有し、
 前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内である前記第1の光束は、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、 $0.07 \lambda 1 \text{rms}$ 以下の状態で集光されることを特徴とする請求項1に記載の光ビックアップ装置。

【請求項62】 前記集光光学系は対物レンズを有し、前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内を通過した前記第1の光束も、前記所定開口数より外側を通過した前記第1の光束も、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、 $0.07 \lambda 1 \text{rms}$ 以下の状態で集光されることを特徴とする請求項1に記載の光ビックアップ装置。

【請求項63】 前記集光光学系は対物レンズを有し、前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した前記第1の光束は、前記第1の光情報記録媒体上では $0.07 \lambda 1 \text{rms}$ 以下の状態で集光され、
 前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した前記第2の光束も、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07 \lambda 1 \text{rms}$ 以下の状態で集光されるか、もしくは透過されて前記第1の情報記録面上まで達することがなく、

前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内を通過した前記第2の光束も、前記所定開口数より外側を通過した前記第2の光束も、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07 \lambda 1 \text{rms}$ 以下の状態で集光されるか、

または、前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内である前記第2の光束は、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07 \lambda 1 \text{rms}$ 以下の状態で集光され、

前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した前記第2の光束は、前記第2の光情報記録媒体上では、 $0.07 \lambda 1 \text{rms}$ 以下の状態で集光されるか、もしくは透過されて前記第2の情報記録面上まで達することがなく、

(6)

10

情報記録面上まで達することがなく、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数内を通過した前記第1の光束も、前記所定開口数より外側を通過した前記第1の光束も、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、 $0.07 \lambda 1 \text{rms}$ 以下の状態で集光され、
 前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した前記第2の光束も、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07 \lambda 1 \text{rms}$ 以下の状態で集光されることを特徴とする請求項1に記載の光ビックアップ装置。

【請求項62】 前記集光光学系は対物レンズを有し、前記第1の光束を用いる場合において、非平行光束である前記第1の光束を前記対物レンズに入射させ、
 前記第2の光束を用いる場合において、非平行光束である前記第2の光束を前記対物レンズに入射させることを特徴とする請求項1に記載の光ビックアップ装置。

【請求項63】 前記非平行光束は発散光であることを特徴とする請求項62に記載の光ビックアップ装置。

【請求項64】 前記非平行光束は収束光であることを特徴とする請求項62に記載の光ビックアップ装置。

【請求項65】 前記集光光学系は対物レンズを有し、前記第1の光束を用いる場合において、平行光束である前記第1の光束を前記対物レンズに入射させ、
 前記第2の光束を用いる場合において、非平行光束である前記第2の光束を前記対物レンズに入射させるか、または、

前記第1の光束を用いる場合において、非平行光束である前記第1の光束を前記対物レンズに入射させ、
 前記第2の光束を用いる場合において、平行光束である前記第2の光束を前記対物レンズに入射させることを特徴とする請求項1に記載の光ビックアップ装置。

【請求項66】 前記非平行光束は発散光であることを特徴とする請求項65に記載の光ビックアップ装置。

【請求項67】 前記非平行光束は収束光であることを特徴とする請求項65に記載の光ビックアップ装置。

【請求項68】 前記集光光学系は対物レンズを有し、前記第1の光束を用いる場合において、平行光束である前記第1の光束を前記対物レンズに入射させ、
 前記第2の光束を用いる場合において、平行光束である前記第2の光束を前記対物レンズに入射させることを特徴とする請求項1に記載の光ビックアップ装置。

【請求項69】 前記集光光学系は、対物レンズと、前記対物レンズに入射する光束の発散度を変更する発散度変更手段と、を有することを特徴とする請求項1に記載の光ビックアップ装置。

【請求項70】 前記光検出器は、前記第1の光束と前記第2の光束とに対して共通であることを特徴とする請求項1～69のいずれか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項71】 第2の光検出器を更に具備し、前記光検出器は前記第1の光束用であり、前記第2の光検出器は前記第2の光束用であることを特徴とする請求項1～69のいずれか1項に記載の光ビックアップ装置。

(9)

15

あり、前記回折部における前記第2の光束の前記n次回折光の回折効率をA' %とし、他のある次数の回折光の回折効率をB' %としたとき、 $A' - B' \geq 10$ であることを特徴とする請求項77～99のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項101】 前記回折部における前記第1の光束の前記n次回折光の回折効率をA %とし、他のある次数の回折光の回折効率をB %としたとき、 $A - B \geq 50$ であることを特徴とする請求項77～99のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項102】 前記回折部は、前記光軸の方向から見て、複数の輪帯を有し、前記複数の輪帯が前記光軸または前記光軸近傍の点を中心としたほぼ同心円上に形成されていることを特徴とする請求項77～101のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項103】 前記回折部の前記複数の輪帯の各位置を示す累積数で表される位相遅延数が、2乗項以外の少なくとも1つの項に、0以外の係数を有することを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項104】 前記回折部の前記複数の輪帯の各位置を示す累積数で表される位相遅延数が、2乗項に、0以外の係数を有することを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項105】 前記回折部の前記複数の輪帯の各位置を示す累積数で表される位相遅延数が、2乗項を含まないことを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項106】 前記回折部で付加される回折作用の正負の符号が、前記光軸と垂直に前記光軸から離れた方向において少なくとも1回切り替わることが特徴とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項107】 前記回折部の前記複数の輪帯は、ブレーズ化されており、前記光軸に近い側の輪帯では、その段差部が前記光軸から離れた側に位置し、前記光軸から離れた側の輪帯では、その段差部が前記光軸に近い側に位置することを特徴とする請求項106に記載の光学素子。

【請求項108】 前記回折部の前記複数の輪帯は、ブレーズ化されており、前記光軸に近い側の輪帯では、その段差部が前記光軸に近い側に位置し、前記光軸から離れた側の輪帯では、その段差部が前記光軸から離れた側に位置することを特徴とする請求項106に記載の光学素子。

【請求項109】 前記ビビックアップ装置は対物レンズを有し、前記対物レンズの後面の最大開口数に対応する前記回折部の前記輪帯のピッチP1と、前記最大開口

16

数の $1/2$ に対比する前記回折部の前記輪帯のピッチPhとが、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

$$0.4 \leq |Ph/Pf| - 2| \leq 25$$

【請求項110】 前記回折部は、第1の回折パターンと、第2の回折パターンとを有し、

前記第2の回折パターンが、前記第1の回折パターンよりも前記光軸から離れていることを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項111】 前記回折部の前記第1の回折パターンを通過した前記第1の光束において、前記n次回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、前記回折部の前記第1の回折パターンを通過した前記第2の光束においても、前記n次回折光が他の次数の回折光に比して多く発生し、

前記回折部の前記第2の回折パターンを通過した前記第1の光束において、前記n次回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、前記回折部の前記第2の回折パターンを通過した前記第2の光束において、前記n次回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、

前記回折部の前記第2の回折パターンを通過した前記第1の光束において、前記0次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、前記回折部の前記第2の回折パターンを通過した前記第2の光束において、前記n次回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、

前記回折部の前記第2の回折パターンを通過した前記第1の光束において、前記0次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、前記回折部の前記第2の回折パターンを通過した前記第2の光束において、前記n次のではない次数の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生することを特徴とする請求項110に記載の光学素子。

【請求項113】 前記光学素子の光束が入射する面または光束を出射する面の実質的に全面に前記回折部が設けられていることを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項114】 前記光学素子の光束が入射する面または光束を出射する面の面積の10 %以上、90 %未満が前記回折部であることを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項115】 前記回折部の前記複数の輪帯の段差数が、2以上、4.5以下であることを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項116】 前記回折部の前記複数の輪帯の段差数が、2以上、1.5以下であることを特徴とする請求項115に記載の光学素子。

【請求項117】 前記回折部の前記複数の輪帯の段差部の前記光軸方向の深さが $2 \mu m$ 以下であることを特徴

17

とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項118】 前記光学素子は前記ビビックアップ装置の対物レンズであり、

開口数(NA)が0.4において前記回折部のピッチが $10 \sim 70 \mu m$ であることを特徴とする請求項102に記載の光学素子。

【請求項119】 前記光学素子が屈折面を有するレンズであることを特徴とする請求項77に記載の光学素子。

【請求項120】 前記光学素子が前記ビビックアップ装置の対物レンズであることを特徴とする請求項119に記載の光学素子。

【請求項121】 前記光学素子が前記ビビックアップ装置のコリメータレンズであることを特徴とする請求項119に記載の光学素子。

【請求項122】 前記光学素子が前記ビビックアップ装置の対物レンズでもコリメータレンズでもないことを特徴とする請求項77に記載の光学素子。

【請求項123】 前記対物レンズは、外周にフランジ部を有することを特徴とする請求項120に記載の光学素子。

【請求項124】 前記対物レンズの前記屈折面は、非球面であることを特徴とする請求項120に記載の光学素子。

【請求項125】 前記レンズはアッペ数yが50よりも大きい材料でできていることを特徴とする請求項119に記載の光学素子。

【請求項126】 前記レンズは、プラスチックレンズであることを特徴とする請求項119～125のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項127】 前記レンズは、ガラスレンズであることを特徴とする請求項119～125のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項128】 前記n次回折光が+1次回折光もしくは-1次回折光であることを特徴とする請求項77、102～127のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項129】 前記回折部における前記n次回折光の回折効率が、前記第1の光束の波長と前記第2の光束の波長との間の波長において最大であることを特徴とする請求項77～128のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項131】 前記光学素子が、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項77～130のいずれか1項に記載の光学素子。
 $-0.0002/^{\circ} < \Delta n / \Delta T < -0.00005/^{\circ} C$
ここで、 $\Delta T (^{\circ}C)$ ：温度変化

(10)

18

Δn ：前記光学素子の屈折率の変化量

【請求項132】 前記ビビックアップ装置は対物レンズを有し、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの後面の所定開口数内である前記第1の光束は、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に $0.07 \lambda rms$ 以下の状態で集光され、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの後面の所定開口数より外側を通過した前記第1の光束は、前記第1の光情報記録媒体上では $0.07 \lambda rms$ より大きい状態となり、

前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの後面の所定開口数内を通過した前記第2の光束も、前記所定開口数より外側を通過した前記第2の光束も、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07 \lambda rms$ 以下の状態で集光されるか、または、

前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの後面の所定開口数内である前記第2の光束は、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07 \lambda rms$ 以下の状態で集光され、

前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの後面の所定開口数より外側を通過した前記第2の光束は、前記第2の光情報記録媒体上では、 $0.07 \lambda rms$ より大きい状態となり、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの後面の所定開口数内を通過した前記第1の光束も、前記所定開口数より外側を通過した前記第1の光束も、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、 $0.07 \lambda rms$ 以下の状態で集光されることを特徴とする請求項77に記載の光学素子。

【請求項133】 前記ビビックアップ装置は対物レンズを有し、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの後面の所定開口数内である前記第1の光束は、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に $0.07 \lambda rms$ 以下の状態で集光され、

前記第1の光束を用いる際の、前記対物レンズの後面の所定開口数より外側を通過した前記第1の光束は、前記第1の光情報記録媒体上では $0.07 \lambda rms$ 以下の状態で集光されるか、もしくは透過されて前記第1の情報記録面上まで達することがなく、

前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの後面の所定開口数内を通過した前記第2の光束も、前記所定開口数より外側を通過した前記第2の光束も、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07 \lambda rms$ 以下の状態で集光されるか、または、

前記第2の光束を用いる際の、前記対物レンズの後面の所定開口数内である前記第2の光束は、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07 \lambda rms$ 以下の状態で集光され、

19

前記第2の光束を用いる際、前記対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した前記第2の光束は、前記第2の光情報記録媒体上では、 $0.07\lambda\text{rms}$ 以下の状態で集光されるか、もしくは遮蔽されて前記第2の光情報記録面上まで達することなく、

前記第1の光束を用いる際、前記対物レンズの像側の所定開口数内を通過した前記第1の光束も、前記所定開口数より外側を通過した前記第1の光束も、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、 $0.07\lambda\text{rms}$ 以下の状態で集光されることを特徴とする請求項77に記載の光学素子。

【請求項134】 オートシャットが $0\sim 20\%$ であることを特徴とする請求項77～133のいずれか1項に記載の光学素子。

【請求項135】 光情報記録媒体から情報を再生し、または、光情報記録媒体に情報を記録するための装置であって、

光ビツクアップ装置を備え、

前記光ビツクアップ装置は、

第1の波長を有する第1の光束を射出する第1の光源と、

前記第1の波長と異なる第2の波長を有する第2の光束を射出する第2の光源と、

光軸と回折部と光検出器とを有する集光光学系と、を備え、

前記第1の光束が前記回折部を通過することにより、前記第1の光束の n 次回折光量が前記第1の光束の他のいずれの次数の回折光量よりも大きいことなく1つの次数の回折光が発生され、前記第2の光束が前記回折部を通過することにより、前記第2の光束の n 次回折光量が前記第2の光束の他のいずれの次数の回折光量よりも大きいことなく1つの次数の回折光が発生されることを特徴とする記録再生装置、ここで、 n は0以外の整数である。

【請求項136】 光ビツクアップ装置により、少なくとも2種類の光情報記録媒体に対して情報の再生または記録をする記録再生方法であって、

前記光ビツクアップ装置は、第1の光源と、第2の光源と、光軸と回折部とを有する集光光学系と、を備え、

前記第1の光源から第1の光束または前記第2の光源から前記第1の光束の波長と異なる第2の光束を射出するステップと、

前記第1の光束または前記第2の光束を前記回折部を通過させて前記第1の光束の少なくとも1つの次数の回折光または前記第2の光束の少なくとも1つの次数の回折光が発生させるステップ（ここで、前記第1の光束の少な

(11)

20

ずの次数の回折光量よりも大きい）と、

前記集光光学系により、前記第1の光束の前記 n 次回折光を第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面にまたは前記第2の光束の前記 n 次回折光を第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面に、前記光ビツクアップ装置が前記第1の光情報記録媒体または前記第2の光情報記録媒体に情報を記録したときから情報を再生するために、集光するステップと、

前記光検出器により、前記集光された前記 n 次回折光の前記第1の情報記録面からの第1の反射光または前記集光された前記 n 次回折光の前記第2の情報記録面からの第2の反射光を射出するステップと、を含むことを特徴とする情報の記録再生方法、ここで、 n は0以外の整数である。

【請求項137】 以上の光学素子を含んでおり、光情報記録媒体に対する情報の記録および再生の少なくともいずれか一方に用いられる光学系において、

前記光学素子の少なくとも1つの光学素子は、互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対して同じ次数の回折光を選択的に発生する回折面を有していることを特徴とする光学系。

【請求項138】 1以上の光学素子を含んでおり、光情報記録媒体に対する情報の記録および再生の少なくともいずれか一方に用いられる光学系において、

互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光に対してそれぞれ特定次数の回折光を選択的に発生する回折面が、前記光学素子の少なくとも1つの光学素子の少なくとも一方の光学面ほぼ全面に形成されていることを特徴とする光学系。

【請求項139】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光に対してそれぞれ選択的に発生する回折光の特定次数が同じ次数であることを特徴とする請求項138に記載の光学系。

【請求項140】 前記同じ次数の回折光が1次回折光であることを特徴とする請求項137または139に記載の光学系。

【請求項141】 請求項137乃至140の何れか1項に記載の回折面を有する光学素子の少なくとも1つの光学素子が屈折バレーを有するレンズであることを特徴とする光学系。

【請求項142】 前記レンズの屈折面形状が非球面であることを特徴とする請求項141に記載の光学系。

【請求項143】 前記レンズが、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の最大波長と最小波長との間の波長である或る1つの波長の光に対する回折光の回折効率を、前記最大波長および前記最小波長の光に対する回折光の回折効率よりも大きくすることを特徴とする請求項141または142に記載の光学系。

【請求項144】 前記レンズが、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の最大波長または最小波長の光に対

21

(12)

する回折光の回折効率を、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の最大波長と最小波長との間の波長である光に対する回折光の回折効率よりも大きくすることを特徴とする請求項141または142に記載の光学系。

【請求項145】 前記レンズの前記回折面で付加される回折バレーの正負の符号が、光軸と垂直に光軸から離れる方向において少なくとも1回切り替わることを特徴とする請求項141乃至144の何れか1項に記載の光学系。

【請求項146】 前記レンズの前記回折面で付加される回折バレーが、光軸と垂直に光軸から離れる方向において身から正に1回切り替わることを特徴とする請求項145に記載の光学系。

【請求項147】 前記回折面が光軸方向から見て複数の輪帯からなり、この複数の輪帯が光軸または光軸近傍の点を中心としたほぼ同心円状に形成されていることを特徴とする請求項137乃至146の何れか1項に記載の光学系。

【請求項148】 前記波長の輪帯の各位置を示す事象数で表される位相差関数が、2乗項以外の少なくとも1つの項に零以外の係数を有することを特徴とする請求項147に記載の光学系。

【請求項149】 前記波長の輪帯の各位置を示す事象数で表される位相差関数が、2乗項を含まないことを特徴とする請求項147または148に記載の光学系。

【請求項150】 前記波長の輪帯の各位置を示す事象数で表される位相差関数が、2乗項を含まないことを特徴とする請求項147または148に記載の光学系。

【請求項151】 前記1以上の光学素子の中に対物レンズを含んでおり、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光（波長 λ ）のそれぞれに対して、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側の所定開口数内では

$0.07\lambda\text{rms}$ 以下であることを特徴とする請求項137乃至150の何れか1項に記載の光学系。

【請求項152】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうちの1つの波長 λ_1 が $\pm 10\text{nm}$ の範囲内で変動しても、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側の所定開口数内では $0.07\lambda_1\text{rms}$ 以下であることを特徴とする請求項151に記載の光学系。

【請求項153】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうち、波長 λ_2 の光と、前記対物レンズの像側の所定開口数が前記波長 λ_2 の光に閉する所定開口数よりも大きい別波長の光とに対して、前記別波長の光に閉する所定開口数内では前記波長 λ_2 の光の結像面上での波面収差が、 $0.07\lambda_2\text{rms}$ より大であることを特徴とする請求項151に記載の光学系。

【請求項154】 前記別波長の光に閉する所定開口数内では前記波長 λ_2 の光の結像面上での波面収差が、 $0.10\lambda_2\text{rms}$ 以上であることを特徴とする請求項15

22

3に記載の光学系。

【請求項155】 前記別波長の光に対する所定開口数を $\text{NA}1$ とし、前記波長 λ_2 の光に対する所定開口数を $\text{NA}2$ としたとき、 $\text{NA}1 > \text{NA}2 > 0.5 \times \text{NA}1$ を満足することを特徴とする請求項153または154に記載の光学系。

【請求項156】 前記対物レンズには、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうち、少なくとも1つの波長の光に対して平行光束が入射されることを特徴とする請求項151乃至155の何れか1項に記載の光学系。

【請求項157】 前記対物レンズには、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうち、少なくとも2つの波長の光に対して平行光束が入射されることを特徴とする請求項151乃至155の何れか1項に記載の光学系。

【請求項158】 前記対物レンズは、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうち、少なくとも2つの波長の光に対して非平行光束が入射されることを特徴とする請求項151乃至155の何れか1項に記載の光学系。

【請求項159】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうち何れか2つの波長に対して互い方の波長を λ_3 とし、前記波長 λ_3 の光に対する前記対物レンズの像側の所定開口数を NA としたとき、前記波長 λ_3 と短い方の波長の間の軸上色収差が $\lambda_3 / (2\text{NA}2)$ 以上且つ $\lambda_3 / (2\text{NA}2)$ 以下であることを特徴とする請求項151乃至158の何れか1項に記載の光学系。

【請求項160】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光が、透明基板の裏が島状なる情報記録媒体に対してそれぞれ用いられることを特徴とする請求項151乃至159の何れか1項に記載の光学系。

【請求項161】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長が、互いに異なる3つの波長であることを特徴とする請求項151乃至160の何れか1項に記載の光学系。

【請求項162】 前記互いに異なる3つの波長の光をそれぞれ λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$) とし、且つ、これら異なる3つの波長の光のそれぞれに関する前記対物レンズの像側の所定開口数それぞれ $\text{NA}1$ 、 $\text{NA}2$ 、 $\text{NA}3$ とするとき、 $0.60 \leq \text{NA}1$ 、 $0.60 \leq \text{NA}2$ 、 $0.40 \leq \text{NA}3 \leq 0.50$ を満足することを特徴とする請求項161に記載の光学系。

【請求項163】 前記所定開口数のうち最も小さな所定開口数より外側において前記対物レンズに入射する光の少なくとも一部を遮蔽することが可能なフイルターが設けられていることを特徴とする請求項151乃至162の何れか1項に記載の光学系。

(13)

23

【請求項164】 前記回折面を有する光学素子が対物レンズであることを特徴とする請求項137乃至150の何れか1項に記載の光学系。

【請求項165】 前記回折面を有する光学素子が前記対物レンズであることを特徴とする請求項151乃至163の何れか1項に記載の光学系。

【請求項166】 前記対物レンズが1枚のレンズからなることを特徴とする請求項164または165に記載の光学系。

【請求項167】 前記対物レンズの両面に前記回折面が設けられていることを特徴とする請求項166に記載の光学系。

【請求項168】 前記対物レンズの材料のアップベックdが5.0よりも大きいことを特徴とする請求項164乃至167の何れか1項に記載の光学系。

【請求項169】 前記対物レンズがプラスチック製であることを特徴とする請求項164乃至168の何れか1項に記載の光学系。

【請求項170】 前記対物レンズがガラス製であることを特徴とする請求項164乃至168の何れか1項に記載の光学系。

【請求項171】 前記対物レンズは、前記回折面が形成された樹脂層をガラスレンズ表面に有するものであることを特徴とする請求項164～168のいずれか1項に記載の光学系。

【請求項172】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長どうしの波長差が80nm以上であることを特徴とする請求項137乃至171の何れか1項に記載の光学系。

【請求項173】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長どうしの波長差が400nm以下であることを特徴とする請求項172記載の光学系。

【請求項174】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長どうしの波長差が100nm以上200nm以下であることを特徴とする請求項173記載の光学系。

【請求項175】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長それぞれ別の光に対して、それぞれ前記選択的に発生する特定波長の回折光の回折効率が、該特定波長の次数の波長以外の回折光の回折効率よりも10%以上高い効率であることを特徴とする請求項137乃至174の何れか1項に記載の光学系。

【請求項176】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長それぞれ別の光に対して、それぞれ前記選択的に発生する特定波長の回折光の回折効率が、該特定波長の次数の波長以外の回折光の回折効率よりも30%以上高い効率であることを特徴とする請求項175記載の光学系。

【請求項177】 前記互いに異なる少なくとも2つの波長それぞれ別の光に対して、それぞれ前記選択的に発生する特定波長の回折光の回折効率が50%以上であることを特徴とする請求項137乃至176の何れか1項に記載の光学系。

(14)

25

【請求項186】 前記レンズが、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の最大波長または最小波長の光に対する回折光の回折効率を、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の最大波長と最小波長の間の波長である光に対する回折光の回折効率よりも大きくすることを特徴とする請求項184に記載の光ビックアップ装置。

【請求項187】 前記レンズは、外周にフランジ部を有することを特徴とする請求項184に記載の光ビックアップ装置。

【請求項188】 前記フランジ部は、前記レンズの光軸に対し略断面方向に延びた面を有することを特徴とする請求項187に記載の光ビックアップ装置。

【請求項189】 前記1以上の光学素子の中に対物レンズを含んでおり、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光(波長 λ_1)のそれぞれに対して、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側とする請求項182乃至188の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項190】 前記1以上の光学素子の中に対物レンズを含んでおり、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光(波長 λ_1)のそれぞれに対して、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側の最大開口数内では0.07 λ rms以下であることを特徴とする請求項182乃至188の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項191】 前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長のうちの1つの波長 λ_1 が±10nmの範囲内で変動しても、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側の所定開口数内では0.07 λ rms以下であることを特徴とする請求項182乃至188の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項192】 前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長のうち、波長 λ_2 の光と、前記対物レンズの像側の所定開口数が前記波長 λ_2 の光に関する所定開口数よりも大きい別波長の光とに対して、前記波長の光に関する所定開口数内では前記波長 λ_2 の光の結像面上での波面収差が0.07 λ rmsより大であることを特徴とする請求項189に記載の光ビックアップ装置。

【請求項193】 前記別波長の光に関する所定開口数内では前記波長 λ_2 の光の結像面上での波面収差が0.10 λ rms以上であることを特徴とする請求項192に記載の光ビックアップ装置。

【請求項194】 前記別波長の光に対する所定開口数をNA1とし、前記波長 λ_2 の光に対する所定開口数をNA2としたとき、NA1>NA2>0.5×NA1を満足することを特徴とする請求項192または193に記載の光ビックアップ装置。

26

【請求項195】 前記対物レンズには、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長のうち、少なくとも1つの波長の光に対して平行光線が入射され、別の少なくとも1つの波長の光に対して非平行光線が入射されることを特徴とする請求項189乃至194の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項196】 前記対物レンズには、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光に対して平行光線が入射されることを特徴とする請求項189乃至194の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項197】 前記対物レンズには、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光に対して非平行光線が入射されることを特徴とする請求項189乃至194の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項198】 前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光に対して長い方の波長を λ_3 とし、前記波長 λ_3 の光に対する前記対物レンズの像側の所定開口数をNAとしたとき、前記波長 λ_3 と短い方の波長間の軸上色収差が $-\lambda_3/(2NA_2)$ 以上且つ $+\lambda_3/(2NA_2)$ 以下であることを特徴とする請求項189乃至197の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項199】 前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光が、透明基板の厚さが異なる情報記録媒体に対してそれぞれ用いられることを特徴とする請求項189乃至194の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項200】 前記回折面が光軸方向から見て複数の輪帯からなり、この複数の輪帯が光軸または光軸近傍の点を中心としたほぼ同心円状に形成されており、前記対物レンズの像側の最大開口数内に対応する前記輪帯のピッチP fと、前記最大開口数内の1/2の開口数に対応する前記輪帯のピッチP hとの間に次の関係が成立することを特徴とする請求項199に記載の光ビックアップ装置。

0.4 $\leq |(P_h/P_f) - 2| \leq 2.5$
【請求項201】 前記少なくとも2つの光源が、3つの光源であることを特徴とする請求項189乃至200の何れか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項202】 前記3つの光源から出力される異なる3つの波長の光をそれぞれ λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$)とし、且つ、これら異なる3つの波長の光のそれぞれに関する前記対物レンズの像側の所定開口数をそれぞれNA1、NA2、NA3とすると、 $0.60 \leq NA1$ 、 $0.60 \leq NA2$ 、 $0.40 \leq NA3 \leq 0.50$ を満足することを特徴とする請求項201に記載の光ビックアップ装置。

(15)

27

【請求項203】 前記所定開口数のうち最も小さな所定開口数より外側において前記対物レンズに入射する光の少なくとも一部を遮断することが可能なフィルタが設けられていることを特徴とする請求項189乃至202の何れか1項に記載の光ビシツアツ装置。

【請求項204】 前記異なる2つの波長の光のそれぞれに対して前記所定開口数となるような開口制限手段を有することを特徴とする請求項189乃至202の何れか1項に記載の光ビシツアツ装置。

【請求項205】 前記異なる2つの波長の光の一方に対して前記所定開口数となるような開口制限がないことを特徴とする請求項189乃至202の何れか1項に記載の光ビシツアツ装置。

【請求項206】 前記1以上の光学素子の中に対物レンズを含んでおり、前記対物レンズは、前記互いに異なる波長の光を前記情報記録媒体上にそれぞれ集光する際に共通に使用されることを特徴とする請求項182または183に記載の光ビシツアツ装置。

【請求項207】 前記少なくとも2つの光源と前記対物レンズとが一体化されたユニットが、前記情報記録媒体の上面に対して少なくとも平行に移動されることを特徴とする請求項206に記載の光ビシツアツ装置。

【請求項208】 前記ユニットが前記情報記録媒体の上面に対して垂直に移動されることを特徴とする請求項207に記載の光ビシツアツ装置。

【請求項209】 請求項181乃至208の何れか1項に記載の光ビシツアツ装置を構成しており、音響および画像の少なくともいずれか一方を記録または再生することが可能であることを特徴とする記録再生装置。

【請求項210】 情報記録媒体に対する情報の記録および再生の少なくともいずれか一方に用いられ、屈折パワを有するレンズとともに少なくとも一方の光学面に回折面を有するレンズにおいて、

前記回折面で付加される回折パワの正負の符号が、光軸と垂直に光軸から離れた方向において少なくとも1回切り替わることを特徴とするレンズ。

【請求項211】 前記回折面はブレース化された複数の回折帯を有し、光軸に近い側の回折帯ではその段差部が光軸から離れた側に位置し、光軸から離れた側の回折帯ではその段差部が光軸に近い側に位置すること

を特徴とする請求項210に記載のレンズ。

【請求項212】 前記回折面はブレース化された複数の回折帯を有し、光軸に近い側の回折帯ではその段差部が光軸から離れた側に位置すること

を特徴とする請求項210に記載のレンズ。

【請求項213】 情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内に適用可能な光学素子であって、

互いに異なる少なくとも2つの波長の光が使用される前

28

記情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内に用いた際、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対して、同じ次数の回折光を選択的に発生する回折面を有していることを特徴とする光学素子。

【請求項214】 情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内の対物レンズとして適用可能なレンズであって、

互いに異なる少なくとも2つの波長の光が使用される前記情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内の対物レンズとして用いた際、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対して、同じ次数の回折光を選択的に発生する回折面を有していることを特徴とするレンズ。

【請求項215】 情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内に適用可能な光学素子であって、

互いに異なる少なくとも2つの波長の光が使用される前記情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内に用いた際、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対してそれぞれ特定次数の回折光を選択的に発生する回折面が、少なくとも一方の光学面のほぼ全面に形成されていることを特徴とする光学素子。

【請求項216】 情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内の対物レンズとして通用可能なレンズにおいて、

互いに異なる少なくとも2つの波長の光が使用される前記情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内の対物レンズとして用いた際、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対してそれぞれ特定次数の回折光を選択的に発生する回折面が、少なくとも一方の光学面のほぼ全面に形成されていることを特徴とするレンズ。

【請求項217】 波長の異なる2つの光源を有し、同一の光学系によって記録再生を行う記録再生用光学系において、

該光学系は屈折面上に回折帯帯レンズを設けた光学面を含み、波長の相違によって屈折面において生じる収差と回折帯帯レンズによって生じる収差とを相殺させ、

該相殺に用いられる回折帯は、2つの光源波長に対して同収差の回折光であることを特徴とする光ディスク用回折光学系。

【請求項218】 上記相殺する収差は球面収差および/または色収差であることを特徴とする請求項217に記載の光ディスク用回折光学系。

【請求項219】 上記同収差の回折光は、1次回折光であることを特徴とする請求項217または218に記載の光ディスク用回折光学系。

【請求項220】 異なる2波長の光源は、それぞれ透

29

明基板厚みが異なる光ディスクに対応するものであることを特徴とする請求項217、218または219に記載の光ディスク用回折光学系。

【請求項221】 波長の異なる2波長の光源中、短い波長の光源波長は700nm以下であることを特徴とする請求項217、218、219または220に記載の光ディスク用回折光学系。

【請求項222】 波長の異なる2波長の光源中、長い波長の光源波長は600nm以上であることを特徴とする請求項217、218、219、220または221に記載の光ディスク用回折光学系。

【請求項223】 回折帯帯レンズは、帯帯の位置を波す位相関数が、帯帯数の2乗以外の項の係数を含むことを特徴とする請求項217〜222の何れか1項に記載の光ディスク用回折光学系。

【請求項224】 光学面屈折面が非球面であることを特徴とする請求項217〜223の何れか1項に記載の光ディスク用回折光学系。

【請求項225】 波長の異なる2波長の光源に対して、そのほぼ中間の波長で回折光の回折効率が最大であることを特徴とする請求項217〜224の何れか1項に記載の光ディスク用回折光学系。

【請求項226】 波長の異なる2波長の光源に対して、その一方の光源波長で回折光の回折効率が最大であることを特徴とする請求項217〜225の何れか1項に記載の光ディスク用回折光学系。

【請求項227】 光学面上の回折帯帯レンズは球面収差をアプダに矯正し、該光学面の非球面は球面収差をアプダに矯正することを特徴とする請求項217〜226の何れか1項に記載の光ディスク用回折光学系。

【請求項228】 波長の異なる2波長の光源において、その波長差が80nm以上である請求項217〜227の何れか1項に記載の光ディスク用回折光学系。

【請求項229】 光ディスクの対物レンズ光学系において、光学面上に回折帯帯レンズを設けることにより、異なる2波長の光源の各々に対して、ある1つの同収差の回折光の軸上収差を矯正したことを特徴とする光ディスク用回折光学系。

【請求項30】 上記異なる2波長の光源の波長差が80nm以上であり、以下の条件を満たす半玉対物レンズを有することを特徴とする請求項93に記載の光ディスク用回折光学系。

$v d > 50$

ただし $v d$: 対物レンズの材料のアッベ数

【請求項31】 異なる2波長に対するレンズ性能のうち、何れか一方が実使用上の開口まで無収差とし、その外側の部分については収差をフレアとしたことを特徴とする光ディスク用回折光学系。

【請求項32】 上記異なる2波長に対するレンズ性能のうち、全開口で無収差である方の波長に対する開口

(16)

30

数をNA1とし、もう一方の波長の実使用上の開口数をNA2としたとき、以下の条件を満たすことを特徴とする請求項230に記載の光ディスク用回折光学系。

$NA1 > NA2 > 0.5 \times NA1$

【請求項233】 上記異なる2波長に対する光ディスクが異なることを特徴とする請求項231または232に記載の光ディスク用回折光学系。

【請求項234】 波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの集光光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報を記録および/または情報記録面上の情報の再生を行う記録再生用光学系において、

上記対物レンズは屈折面上に輪郭状の回折面を設けた光学面を含み、少なくとも1つの光源に対しては、上記対物レンズおよび透明基板を透過した光束が、最良焦点において回折限界性能であることを特徴とする光ビシツアツ装置。

【請求項235】 波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの集光光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報を記録および/または情報記録面上の情報の再生を行う記録再生用光学系において、上記対物レンズは屈折面上に輪郭状の回折面を設けた光学面を含み、少なくとも1つの光源に対しては、上記対物レンズおよび透明基板を透過した光束が、最良焦点において回折限界性能であり、

少なくとも1つの光源に対しては、上記対物レンズおよび透明基板を透過した光束のうち、実使用上の開口までの光束はその最良焦点において回折限界性能であり、その外側の部分はフレアとなるように上記輪郭状の回折面を設けたことを特徴とする光ビシツアツ装置。

【請求項236】 請求項235において、少なくとも波長の異なる3つの光源を有することを特徴とする光ビシツアツ装置。

【請求項237】 請求項236において、少なくとも2つ以上の輪郭状の回折面を設けた光学面を含むことを特徴とする光ビシツアツ装置。

【請求項238】 請求項235、236または237において、上記対物レンズに入射する光束のうち、実使用上の開口から外側の光束の一部を遮断する輪郭状のフィルタを含むことを特徴とする光ビシツアツ装置。

【請求項239】 請求項235、236、237または238において、光源と上記対物レンズを含むユニットが、少なくとも光情報記録媒体に垂直に移動されることを特徴とする光ビシツアツ装置。

【請求項240】 請求項239において、光源と上記対物レンズを含むユニットが、さらに光情報記録媒体に垂直に移動されることを特徴とする光ビシツアツ装置。

【請求項241】 請求項224〜240のいずれか1

(17)

32

項に配載の光ビックアップ装置を格載したことを特徴とする音声および/または画像の再生装置。

【請求項242】 波長の異なる少なくとも2つ以上の対光素を有し、それぞれの光源からの発光光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報配載および/または情報記録面上の情報の再生を行う配載再生用光学系を用いられる対物レンズであって、

【請求項243】 波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの発光光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報配載および/または情報記録面上の情報の再生を行う配載再生用光学系を用いられる対物レンズであって、

【請求項244】 波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの発光光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報配載および/または情報記録面上の情報の再生を行う配載再生用光学系を用いられる対物レンズであって、

【請求項245】 波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの発光光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報配載および/または情報記録面上の情報の再生を行う配載再生用光学系を用いられる対物レンズであって、

【請求項246】 波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの発光光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報配載および/または情報記録面上の情報の再生を行う配載再生用光学系を用いられる対物レンズであって、

【請求項247】 波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの発光光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報配載および/または情報記録面上の情報の再生を行う配載再生用光学系を用いられる対物レンズであって、

【請求項248】 波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの発光光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報配載および/または情報記録面上の情報の再生を行う配載再生用光学系を用いられる対物レンズであって、

【請求項249】 波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの発光光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報配載および/または情報記録面上の情報の再生を行う配載再生用光学系を用いられる対物レンズであって、

【請求項250】 波長の異なる少なくとも2つ以上の光源を有し、それぞれの光源からの発光光束を同一の対物レンズによって光情報記録媒体の情報記録面上に透明基板を介して情報配載および/または情報記録面上の情報の再生を行う配載再生用光学系を用いられる対物レンズであって、

33

に対してある同一次数の回折光により回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下に球面収差を補正した回折面を形成したことを特徴とする対物レンズ。

【請求項255】 光源から出射した光束を集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_1 の第1光源、第2光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_2 の第2光源、第3光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_3 の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録/再生を行う光ビックアップ装置に使用される対物レンズにおいて、

対物レンズの少なくとも片面に、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光を使用し、少なくとも一つ的光情報記録媒体に対して、実使用上の開口までを回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下に球面収差を補正し、その外側の部分については収差をフレアとしたことを特徴とする対物レンズ。

【請求項256】 光源から出射した光束を集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_1 の第1光源、第2光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_2 の第2光源、第3光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_3 の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録/再生を行う光ビックアップ装置において、

集光光学系の少なくとも一面に、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光により回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下に球面収差を補正した回折面を形成したことを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項257】 光源から出射した光束を集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_1 の第1光源、第2光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_2 の第2光源、第3光情報記録媒体を記録/再生する波長 λ_3 の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録/再生を行う光ビックアップ装置に使用される光ビックアップ装置において、

集光光学系の少なくとも一面に、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光を使用し、少なくとも一つ的光情報記録媒体に対して、実使用上の開口までを回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下に球面収差を補正したことを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項258】 波長 λ_1 の第1の光源と、波長 λ_2 ($\lambda_2 \neq \lambda_1$) の第2の光源と、少なくとも1つの光源を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、

前記第1の光源および第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、

(18)

34

前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのm次回折光 (但し、mは0を除く1つの整数) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t の第1光情報記録媒体を記録および/または再生し、

前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのn次回折光 (但し、 $n=m$) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t (ただし、 $t \neq t_1$) の第2光情報記録媒体を記録および/または再生する光ビックアップ装置。

【請求項259】 前記第1および第2の光源の波長 λ_1 、 λ_2 が $\lambda_1 < \lambda_2$ であり、前記透明基板の厚さ t 、 t_1 、 t_2 が $\lambda_1 < t < \lambda_2$ であり、前記透明基板の厚さ t 、 t_1 、 t_2 が $\lambda_1 < t < \lambda_2$ の関係で使用される光ビックアップ装置であって、前記mおよびn次回折光は共に -1 次回折光であることを特徴とする請求項258に記載の光ビックアップ装置。

【請求項260】 前記第1および第2の光源の波長 λ_1 、 λ_2 が $\lambda_1 < \lambda_2$ であり、前記透明基板の厚さ t 、 t_1 、 t_2 が $\lambda_1 < t < \lambda_2$ の関係で使用される光ビックアップ装置であって、前記mおよびn次回折光は共に -1 次回折光であることを特徴とする請求項258に記載の光ビックアップ装置。

【請求項261】 透明基板の厚さが t の第1光情報記録媒体を波長 λ_1 の第1の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体の必要開口数をNA1、

透明基板の厚さが t_2 (ただし、 $t_2 > t_1$) の第2光情報記録媒体を波長 λ_2 (ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$) の第2の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体の必要開口数をNA2 (ただし、 $NA2 < NA1$) としたとき、

前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回折斜度であり、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターン内の最も光軸から離れた円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNA1の光束に変換され、

前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターン内の最も光軸側の円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNA1の光束に変換され、

【請求項262】 透明基板の厚さが t の第1光情報記録媒体を波長 λ_1 の第1の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体の必要開口数をNA1、

透明基板の厚さが t_2 (ただし、 $t_2 > t_1$) の第2光情報記録媒体を波長 λ_2 (ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$) の第2の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体の必要開口数をNA1、

透明基板の厚さが t (ただし、 $t > t_1$) の第2光情報記録媒体を波長 λ_2 (ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$) の第2の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体の必要開口数をNA1、

(21)

39

とする請求項2 6 5、2 6 9または2 7 3に記載された光ビックアップ装置。

【請求項2 8 0】 前記回折パターンの外側に、第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束は、第2の回折パターンでは主に+1次回折光となり、前記第2光源からの光束は第2回折パターンを透過し、前記集光位置に集光されるように、前記第2の回折パターンを設定したことを特徴とする請求項2 6 6、2 7 0または2 7 4に記載の光ビックアップ装置。

【請求項2 8 1】 前記回折パターの外側に、第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束に対して第2の回折パターの-1次回折光は前記集光位置に集光され、

前記第2光源からの光束は第2回折パターンでは回折されないように第2の回折パターンを設定したことを特徴とする請求項2 6 7、2 7 1または2 7 5に記載された光ビックアップ装置。

【請求項2 8 2】 前記回折パターの外側に、第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束は第2の回折パターンでは主に-1次回折光となり、

前記第2光源からの光束は第2回折パターンを透過し、前記集光位置に集光されるように、前記第2の回折パターンを設定したことを特徴とする請求項2 6 8、2 7 2または2 7 6に記載の光ビックアップ装置。

【請求項2 8 3】 前記回折パターの外側に第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束に対して第2の回折パターの透過光は前記集光位置に集光され、

前記第2光源からの光束は第2回折パターンでは主に-1次回折光となるように第2の回折パターンを設定したことを特徴とする請求項2 6 5、2 6 9または2 7 3に記載された光ビックアップ装置。

【請求項2 8 4】 前記回折パターの外側に、第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束は第2の回折パターンを透過し、前記第2光源からの光束は第2回折パターンで-1次光となり、前記集光位置に集光されるように、前記第2の回折パターンを設定したことを特徴とする請求項2 6 6、2 7 0または2 7 4に記載の光ビックアップ装置。

【請求項2 8 5】 前記回折パターの外側に第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束に対して第2の回折パターの透過光は前記集光位置に集光され、

前記第2光源からの光束は第2の回折パターンでは主に+1次回折光となるように第2の回折パターンを設定したことを特徴とする請求項2 5 8、2 6 9または2 7 5に記載された光ビックアップ装置。

【請求項2 8 6】 前記回折パターの外側に、第2の回折パターンが配設され、前記第1光源からの光束は第2の回折パターンを透過し、

40

前記第2光源からの光束は第2回折パターンで+1次光となり、前記集光位置に集光されるように、前記第2の回折パターンを設定したことを特徴とする請求項2 6 8、2 7 2または2 7 6に記載の光ビックアップ装置。

【請求項2 8 7】 前記第1の光源からの出射光束と、前記第2の光源からの出射光束とを合波することの出来る光合波手段を含み、

前記合波手段と光情報記録媒体との間に、第1光源からの光束は透過し、第2光源からの光束のうち、前記回折パターの光軸とは反対側の領域を通過する光束を透過させない開口制限手段を有することを特徴とする請求項2 6 5、2 6 7、2 6 9、2 7 1、2 7 3または2 7 5に記載された光ビックアップ装置。

【請求項2 8 8】 前記第1の光源からの出射光束と、前記第2の光源からの出射光束とを合波することの出来る光合波手段を含み、

前記合波手段と光情報記録媒体との間に、第2光源からの光束は透過し、第1光源からの光束のうち、前記回折パターの光軸とは反対側の領域を通過する光束を透過させない開口制限手段を有することを特徴とする請求項2 6 6、2 6 8、2 7 0、2 7 4または2 7 6に記載された光ビックアップ装置。

【請求項2 8 9】 前記開口制限手段は、第1光源からの光束は透過し、第2光源の光束のうち、前記回折パターの光軸とは反対側の領域を通過する光束を反射または吸収する輪帯フィルタであることを特徴とする請求項2 8 7に記載の光ビックアップ装置。

【請求項2 9 0】 第2光源からの光束は透過し、第1光源の光束のうち、前記回折パターの光軸とは反対側の領域を通過する光束を反射または吸収する輪帯フィルタであることを特徴とする請求項2 8 8に記載の光ビックアップ装置。

【請求項2 9 1】 前記開口制限手段は、第1光源からの光束は透過し、第2光源の光束のうち、前記回折パターの光軸とは反対側の領域を通過する光束を回折させる輪帯フィルタであることを特徴とする請求項2 8 7に記載の光ビックアップ装置。

【請求項2 9 2】 前記開口制限手段は、第2光源からの光束は透過し、第1光源の光束のうち、前記回折パターの光軸とは反対側の領域を通過する光束を回折させる輪帯フィルタであることを特徴とする請求項2 8 8に記載の光ビックアップ装置。

【請求項2 9 3】 光検出器は、第1の光源と第2の光源に対して共通であることを特徴とする請求項2 5 8～2 9 2の何れか1項に記載された光ビックアップ装置。

【請求項2 9 4】 光検出器は、第1の光源用の第1の光検出器と第2の光源用の第2の光検出器とを各別に備え、それぞれ空間的に離れた位置にあることを特徴とする請求項2 5 8～2 9 2の何れか1項に記載された光ビックアップ装置。

(22)

41

【請求項2 9 5】 少なくとも、第1の光源と第1の光検出器もしくは第2の光源と第2の光検出器の一对がユニット化されていることを特徴とする請求項2 9 4に記載の光ビックアップ装置。

【請求項2 9 6】 前記第1の光源、第2の光源および共通の光検出器（単一の光検出器）とは、ユニット化されていることを特徴とする請求項2 9 3に記載の光ビックアップ装置。

【請求項2 9 7】 光検出器は、第1の光源用の第1の光検出器と第2の光源用の第2の光検出器とが別であり、第1の光源と第2の光源と第1の光検出器と第2の光検出器は、ユニット化されていることを特徴とする請求項2 9 4に記載の光ビックアップ装置。

【請求項2 9 8】 さらに光ディस्कからの透過光を検出する光検出器を設けたことを特徴とする請求項2 5 8～2 9 7の何れか1項に記載された光ビックアップ装置。

【請求項2 9 9】 波長 λ 1の第1の光源と、波長 λ 2（ただし、 λ 1 $\neq\lambda$ 2）の第2の光源と、前記第1の光源からの出射光束と、前記第2の光源からの出射光束とを合波することの出来る合波手段と、少なくとも一つの面に回折パターンを有する回折光学素子と、それぞれ光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、前記第1の光源および第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのm次回折光（但し、mは0を除く1つの整数）を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t 1の第1光情報記録媒体を記録および/または再生し、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのn次回折光（ただし、n=m）を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t 2（ただし、 λ 1 $\neq\lambda$ 2）の第2光情報記録媒体を記録および/または再生することを特徴とする請求項2 9 9に記載の光ビックアップ装置。

【請求項3 0 0】 前記第1および第2の光源の波長 λ 1、 λ 2が λ 1< λ 2であり、前記透明基板の厚さ t 1、 t 2が t 1< t 2の関係を有する光ビックアップ装置であって、前記mおよびn次回折光は共に+1次回折光であることを特徴とする請求項2 9 9に記載の光ビックアップ装置。

【請求項3 0 1】 前記第1および第2の光源の波長 λ 1、 λ 2が λ 1< λ 2であり、前記透明基板の厚さ t 1、 t 2が t 1> t 2の関係を有する光ビックアップ装置であって、前記mおよびn次回折光は共に-1次回折光であることを特徴とする請求項2 9 9に記載の光ビックアップ装置。

【請求項3 0 2】 前記回折光学素子と対物レンズは一体に駆動されることを特徴とする請求項2 9 9、3 0 0または3 0 1に記載の光ビックアップ装置。

(23)

42

または3 0 1に記載された光ビックアップ装置。

【請求項3 0 3】 第1の回折パターの光軸方向の深さは、 2μ m以下であることを特徴とする請求項2 5 8～3 0 2の何れか1項に記載された光ビックアップ装置。

【請求項3 0 4】 少なくとも1つの面に回折パターンを有し、波長 λ 1の光束が入射した際には、少なくとも前記回折パターンからのm次回折光（ただし、mは0を除く1つの整数）が第1の集光位置に集光され、

波長 λ 2（ただし、 λ 2 $\neq\lambda$ 1）の光束が入射した際には、少なくとも前記回折パターンからのn次回折光（ただし、n=m）が前記第1の集光位置と異なる第2の集光位置に集光されることを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項3 0 5】 前記波長 λ 1、 λ 2が λ 1< λ 2であり、前記第1の集光位置が透明基板の厚さ t 1の第1光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記第2の集光位置が透明基板の厚さ t 2の第2光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記透明基板の厚さ t 1、 t 2が t 1< t 2の関係を有するとき、前記mおよびn次回折光は共に+1次回折光であることを特徴とする請求項3 0 4に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項3 0 6】 前記波長 λ 1、 λ 2が λ 1< λ 2であり、前記第1の集光位置が透明基板の厚さ t 1の第1光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記第2の集光位置が透明基板の厚さ t 2の第2光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記透明基板の厚さ t 1、 t 2が t 1> t 2の関係を有するとき、前記mおよびn次回折光は共に-1次回折光であることを特徴とする請求項3 0 4に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項3 0 7】 少なくとも1つの面に回折パターンを有し、波長 λ 1の光束が入射した際には、少なくとも前記回折パターンからのm次回折光（ただし、mは0を除く1つの整数）が透明基板の厚さ t 1の第1光情報記録媒体を記録および/または再生することを利用して集光位置を有し、

波長 λ 2（ただし、 λ 2 $\neq\lambda$ 1）の光束が入射した際には、少なくとも前記回折パターンからのn次回折光（ただし、 t 1 $\neq t$ 2）の第2光情報記録媒体を記録および/または再生することを利用して集光位置を有することを特徴とする請求項3 0 7に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項3 0 8】 前記波長 λ 1、 λ 2が λ 1< λ 2であり、前記透明基板の厚さ t 1、 t 2が t 1< t 2の関係を有するとき、前記mおよびn次回折光は共に+1次回折光であることを特徴とする請求項3 0 7に記載の光ビックアップ装置用対物レンズ。

【請求項3 0 9】 前記波長 λ 1、 λ 2が λ 1< λ 2であり、

43
あり、前記透明基板の厚さが t_1 、 t_2 が $t_1 > t_2$ の関係であるとき、前記 m 次および n 次回折光は共に -1 次回折光であることと特徴とする請求項307に記載の光ビシツアツ装置用対物レンズ。

【請求項310】 透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を波長 λ_1 の第1の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を $NA1$ 、

透明基板の厚さが t_2 (ただし、 $t_2 > t_1$) の第2光情報記録媒体を波長 λ_2 (ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$) の第2の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を $NA2$ (ただし、 $NA2 < NA1$) としたとき、

前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回折対称であり、前記第1の光軸からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの $+1$ 次回折光は、光情報記録媒体体側の開口数が $NAH1$ の光束に変換され、

前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの $+1$ 次回折光は、光情報記録媒体体側の開口数が $NAL1$ の光束に変換され、

$NAH1 < NAL1$
0 $\leq NAL1 \leq NA2$
の条件を満足することを特徴とする請求項308に記載の光ビシツアツ装置用対物レンズ。

【請求項311】 透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を波長 λ_1 の第1の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を $NA1$ 、透明基板の厚さが t_2 (ただし、 $t_2 > t_1$) の第2光情報記録媒体を波長 λ_2 (ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$) の第2の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を $NA2$ (ただし、 $NA2 > NA1$) としたとき、

前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回折対称であり、前記第1の光軸からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの $+1$ 次回折光は、光情報記録媒体体側の開口数が $NAH1$ の光束に変換され、

前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの $+1$ 次回折光は、光情報記録媒体体側の開口数が $NAL1$ の光束に変換され、
 $NAH1 < NA2$
0 $\leq NAL1 \leq NA1$
の条件を満足することを特徴とする請求項299に記載の光ビシツアツ装置用対物レンズ。

【請求項312】 透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を波長 λ_1 の第1の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を $NA1$ 、

透明基板の厚さが t_2 (ただし、 $t_2 < t_1$) の第2光情報記録媒体を波長 λ_2 (ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$) の第2の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を $NA2$ (ただし、 $NA2 < NA1$) としたとき、

前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回折対称であり、前記第1の光軸からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの -1 次回折光は、光情報記録媒体体側の開口数が $NAH1$ の光束に変換され、

前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの -1 次回折光は、光情報記録媒体体側の開口数が $NAL1$ の光束に変換され、

$NAH1 < NAL1$
0 $\leq NAL1 \leq NA2$
の条件を満足することを特徴とする請求項309に記載の光ビシツアツ装置用対物レンズ。

【請求項313】 透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を波長 λ_1 の第1の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を $NA1$ 、

透明基板の厚さが t_2 (ただし、 $t_2 < t_1$) の第2光情報記録媒体を波長 λ_2 (ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$) の第2の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を $NA2$ (ただし、 $NA2 > NA1$) としたとき、

前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回折対称であり、前記第1の光軸からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの -1 次回折光は、光情報記録媒体体側の開口数が $NAH1$ の光束に変換され、

前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの -1 次回折光は、光情報記録媒体体側の開口数が $NAL1$ の光束に変換され、

$NAH1 < NA2$
0 $\leq NAL1 \leq NA1$
の条件を満足することを特徴とする請求項309に記載の光ビシツアツ装置用対物レンズ。

【請求項314】 光学面が回折パターン部と屈折部とを含み、回折部と屈折部の境界が $5\mu m$ 以上の段差を含むことを特徴とする請求項304～313の何れか1項に記載された光ビシツアツ装置用対物レンズ。

【請求項315】 最も光軸側の回折部の回折パターンの平均深さが $2\mu m$ 以下であることを特徴とする請求項304～313の何れか1項に記載された光ビシツアツ装置用対物レンズ。

【請求項316】 最も光軸側の回折部の回折パターンの平均深さが $2\mu m$ 以下であり、最も光軸と離れた側の回折部の回折パターンの平均深さは $4\mu m$ 以上であることを特徴とする請求項315に記載の光ビシツアツ装置用対物レンズ。

装置用対物レンズ。
【請求項317】 光学面の回折パターンは、光軸部分を含むことを特徴とする請求項304～316の何れか1項に記載された光ビシツアツ装置用対物レンズ。

【請求項318】 光学面の光軸部分は回折パターンを設けず、屈折面であることを特徴とする請求項304～316の何れか1項に記載された光ビシツアツ装置用対物レンズ。

【請求項319】 光源波長 $650nm \sim 700nm$ の透明基板を介して情報記録面に所定の結像倍率で結像させたとき、少なくとも開口数 0.6 まで回折限界性能を有し、光源波長 $780nm \sim 1.2mm$ の透明基板を介して、所定の結像倍率で結像させたとき、少なくとも開口数 0.45 まで回折限界性能を有することを特徴とする請求項304、305、307、308または310に記載された光ビシツアツ装置用対物レンズ。
【請求項320】 回折パターンのスラツツ数は、 1.5 以下であることを特徴とする請求項319に記載の光ビシツアツ装置用対物レンズ。

【請求項321】 回折パターンを設ける光学面は、凸面であることを特徴とする請求項304～320の何れか1項に記載された光ビシツアツ装置用対物レンズ。

【請求項322】 上記回折パターンを設けた光学面の屈折部が非球面であることを特徴とする請求項321に記載の光ビシツアツ装置用対物レンズ。

【請求項323】 上記回折パターンは、少なくとも1つの非球面屈折部を含むことを特徴とする請求項322に記載の光ビシツアツ装置用対物レンズ。

【請求項324】 前記対物レンズが単一レンズからなることを特徴とする請求項304～323の何れか1項に記載された光ビシツアツ装置用対物レンズ。

【請求項325】 前記単一レンズの一方の光学面の方に前記回折パターンが設けられていることを特徴とする請求項324に記載の光ビシツアツ装置用対物レンズ。

【請求項326】 前記単一レンズの一方の光学面に前記回折パターンが設けられ、他方の光学面は非球面であることを特徴とする請求項324に記載の光ビシツアツ装置用対物レンズ。

【請求項327】 波長 λ_1 の第1の光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 \neq \lambda_2$) の第2の光源と、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、

前記第1の光源及び第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの m 次回折光 (但し、 m は0を除く1つの整数) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t_1 の第1の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行い、

45
前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからの n 次光 (但し、 $n=m$) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t_2 ($t_2 \neq t_1$) の第2の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行う光ビシツアツ装置であって、

前記対物レンズはプラスチック材料からなり、前記プラスチック材料は温度変化 ΔT (°C) があつたときの屈折率の変化量を Δn としたときに、
 $-0.0002/^\circ C < \Delta n / \Delta T < 0.00005/^\circ C$

の関係を満たし、
前記第1の光源は、温度変化 ΔT (°C) があつたときの発振波長の変化量を $\Delta \lambda$ (nm) としたときに、
 $0.05nm/^\circ C < \Delta \lambda / \Delta T < 0.5nm/^\circ C$

の関係を満たすことを特徴とする光ビシツアツ装置。
【請求項328】 波長 λ_1 の第1の光源と、

波長 λ_2 ($\lambda_1 \neq \lambda_2$) の第2の光源と、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、それぞれの光源からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、

前記第1の光源及び第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからの m 次回折光 (但し、 m は0を除く1つの整数) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t_1 の第1の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行い、

前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからの n 次光 (但し、 $n=m$) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t_2 ($t_2 \neq t_1$) の第2の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行う光ビシツアツ装置であって、

前記波長 λ_1 、 λ_2 及び前記透明基板の厚さ t_1 、 t_2 は、
 $\lambda_2 > \lambda_1$
 $t_2 > t_1$

の関係であり、
前記第1の光情報記録媒体を前記第1の光源で記録及び/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数を $NA1$ とし、前記波長 λ_1 (nm) とのとの前記対物レンズの焦点距離を f_1 (nm) とし、温度変化 ΔT (°C) があつたときに、第1の光情報記録媒体の情報記録面に集光される光束の波面収差の3次項収差成分の変化量を $\Delta WSA3$ ($\lambda_1 f_1 m$) としたときに、
 $0.2 \times 10^{-6}/^\circ C < \Delta WSA3 \cdot \lambda_1 / (f_1 \cdot (N \cdot A1)^4 \cdot \Delta T) < 2.2 \times 10^{-6}/^\circ C$

の関係を満たすことを特徴とする光ビシツアツ装置。

(25)

【請求項329】 前記第1の光源と前記対物レンズの間および前記第2の光源と前記対物レンズの間に少なくとも一つのコーリメータを含み、前記第1の光源から前記対物レンズに入射する光束および前記第2の光源から前記対物レンズに入射する光束が、それぞれ略平行光であることを特徴とする請求項327または328に記載の光ビックアップ装置。

48

前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのm次回折光（但し、mは0を除く1つの整数）を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さを、以下の条件式を満たすことを特徴とする情報記録媒体が、1の第1の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行い、
前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのn次回折光（但し、n=m）を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが $t \geq 2(t \neq t1)$ の第2の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行う光ビックアップ装置であつて、
前記第1の光源及び第2の光源から出力される異なる2つの波長（λ）の光のそれぞれに対して、結像面上での波面収差が、前記対物レンズの像側の最大開口数内では $0.07\lambda \text{ rms}$ 以下であることを特徴とする光ビックアップ装置。

【請求項335】 前記第1の光源と前記第2の光源とがユニット化され、前記光検出器は、前記第1の光源及び前記第2の光源に対し共通であることを特徴とする請求項258～292、334のいずれか1項に記載の光ビックアップ装置。

【請求項336】 前記集光光学系は対物レンズを有し、
前記対物レンズは、前記第1の光源の波長と前記第2の光源の波長のうち少なくとも一方の波長の微小な変化に対する、マージナル光線の球面収差の変化量を ΔSA 、軸上色収差の変化量を ΔCA とすると、
以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項または7に記載の光ビックアップ装置。

【請求項337】 前記集光光学系は対物レンズを有し、
前記対物レンズは、前記第1の光源の波長と前記第2の光源の波長のうち少なくとも一方の波長の微小な変化に対する、マージナル光線の球面収差の変化量を ΔSA 、軸上色収差の変化量を ΔCA とすると、
以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項または7に記載の光ビックアップ装置。

【請求項338】 前記対物レンズは、前記第1の光源の波長と前記第2の光源の波長のうち少なくとも一方の波長の微小な変化に対する、マージナル光線の球面収差の変化量を ΔSA 、軸上色収差の変化量を ΔCA とすると、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項82または84に記載の光学素子。

【請求項339】 前記対物レンズは、前記第1の光源の波長と前記第2の光源の波長のうち少なくとも一方の波長の微小な変化に対する、マージナル光線の球面収差の変化量を ΔSA 、軸上色収差の変化量を ΔCA とすると、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項6、8または10に記載の光ビックアップ装置。

【請求項340】 波長λ1の第1の光源と、波長λ2（λ1≠λ2）の第2の光源と、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、それぞれの光源を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、前記第1の光源及び第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、

とき、以下の条件式を満たすことを特徴とする請求項83、85または87に記載の光学素子。
- $1 < \Delta SA / \Delta CA < -0.2$
【発明の詳細な説明】
【0001】
【発明の属する技術分野】 本発明は、光ビックアップ装置、この光ビックアップ装置を備えた記録再生装置、光学素子、情報の記録再生方法、光学系、レンズ、光ディスク用回折光学素子、再生装置及び光ビックアップ装置用対物レンズ、光ビックアップ装置を備えた音源および/または画像の記録および/または再生装置、及び光ビックアップ装置に使用される対物レンズに関する。

49

【0002】
【従来の技術】 近年、短波長赤色レーザの実用化に伴い、CD（コンパクトディスク）と回程度の大きさで大容量化させた高密度の情報記録媒体（光ディスクともいう）であるDVDが製品化されている。DVD用記録再生装置では、650nmの半導体レーザを使用したとき、対物レンズの光ディスク側の開口数NAを0.6～0.65としている。DVDはトラックピッチ0.74μm、最短ピッチ長0.4μmであり、CDのトラックピッチ1.6μm、最短ピッチ長0.83μmに対して半分以上に高密度化されている。また、DVDにおいては、光ディスクが光軸に対して傾いたときに生じるコマ収差を小さく抑えるために、透明基板厚は0.6mmとCDの透明基板厚の半分になっている。

【0003】 また、上述したCD、DVDの他に、光源波長や透明基板厚が異なるなど種々の規格の光ディスク、例えばCD-R、RW（追記型コンパクトディスク）、VD（ビデオディスク）、MD（ミニディスク）、MO（磁気ディスク）なども商品化されて普及している。さらに半導体レーザの短波長化が進み、発振波長400nm程度の短波長青色レーザが実用化されようとしている。波長が短くなることでたとえDVDと同じ開口数を用いても光情報記録媒体の更なる大容量化が可能となる。

【0004】 また、上述のような従来の光情報記録媒体であるCDと同程度の大きさで、記録再生が可能なCD-Rや、記録密度を高めたDVDなど、記録面の透明基板の厚みや記録再生用レーザの波長の異なる種々の光情報記録媒体の開発が進み、これらの光情報記録媒体に対して、同一の光ビックアップでの記録再生が可能とすることが求められている。このため、使用波長に応じた複数のレーザ光源を備えながら、同一の対物レンズで記録面へ必要開口数でレーザ光を収束する光ビックアップが、各種提案されている（例えば特開平8-55363号公報、同平10-92010号公報など）。

【0005】 これらのうち、特開平9-54973号公報には、635nmを透過光（0次回折光）、785nmは-1次回折光を利用したホログラム光学素子を用い

(26)

た光学系および635nmを+1次回折光、785nmは透過光（0次回折光）を利用したホログラム光学素子を用いた光学系が開示されている。また、特開平10-283668号公報には、650nmではホログラム型リングレンズを100%透過し、780nmでは、ホログラム型リングレンズで1次回折される光学系が開示されている。

【0006】 しかしながら、これらのホログラム素子ならびにホログラム型リングレンズにおいて、一方の波長で0次の回折効率をほぼ100%とした場合、もう一方の波長では、+1次回折光もしくは-1次回折光の回折効率には限界があり、所望の高い回折効率を得られず、光量のロスが生じ、光量の利用効率が悪くなるという問題があった。光量の利用効率が悪くなる場合、特に情報の記録時においては、より高パワーのレーザが必要になってしまう。

【0007】 また、ホログラム素子ならびにホログラム型リングレンズにおいて、一方の波長で0次の回折効率をほぼ100%とし、他方の波長で、できるだけ0次光を透過させず、+1次回折光もしくは-1次回折光の回折効率を大きくする場合、ホログラムの厚さが3.8～5.18μmと深くなっていた。このため、特に対物レンズに、ホログラム光学素子もしくはホログラム型リングレンズの機能を一体化させた場合、金型の加工、成形が非常に困難であるという問題も生じていた。

【0008】
【発明が解決しようとする課題】 本発明等は先に、同心円状に分割された複数の帯域からなり、各帯域は、波長の異なる複数の光源、および/または、記録面の厚みや異なる透明基板に対してほぼ回折限界に近接した、構成が簡素化された光ビックアップを構成できる対物レンズを提案した（特開平9-286954号）。この対物レンズは、使用波長及び/または透明基板の厚みに応じて自動的に必要な開口を得られるという機能を有している。しかし、レーザ光源と光検出器が一体となったレーザ/検出器集積ユニットを使用した場合、光検出器に入射するフレア光により、正確な検出が出来ない 合が生じるという問題があった。これは特に、ホログラムを利用して光束を偏向し光検出器に導く方式のレーザ/検出器集積ユニットにおいて顕著である。また、DVD系記録可能なディスク（DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、DVD+RW等）や、CD系の記録可能なディスク（CD-R、CD-RW等）に高速記録する場合、専用レンズを使つた光学系と比べて、一部の光がフレアとなるため光量の利用効率が悪く、レーザ光源のパワーを大きくする必要があった。

【0009】 本発明の目的は、互いに異なる少なくとも2つの波長の光をそれぞれ用いる、異なる種類の光情報記録媒体の記録及び/または再生を、1つの光ビックア

51

ツ装置で可能とする。光ビックアップ装置、記録再生装置、光学素子、記録再生方法を提供することである。

【0010】さらには、互いに異なる少なくとも2つの波長の光を用い、異なる種類の光情報記録媒体に適用する場合であっても、大きな球面収差や色収差を発生させることなくそれぞれの異なる光情報記録媒体に対して情報の記録および/または再生を、1つのビックアップ装置で可能とすることを目的とする。しかも、簡単な構成である光ビックアップ装置を提供することも目的とする。特に、厚さの異なる透明基板を有する異なる種類の光情報記録媒体を用いる場合には、球面収差の問題がさらに深刻になるが、そのような場合であっても、大きな球面収差や色収差を発生させることなくそれぞれの異なる光情報記録媒体に対して、情報を記録および/または再生を、1つの光ビックアップ装置で行えるようにすることと目的とする。

【0011】さらに、複数のレーザーや複数の検出器の集積ユニットを用いたビックアップ装置においても、検出に悪影響を与えてしまうようなフレア光が光検出器上に照射されることなく、光検出器による光の検出が良好に行え、検出に光量のロスが少なく、光量の利用効率に優れた光ビックアップ装置、記録再生装置、光学素子、記録再生方法を提供することも本発明の目的である。

【0012】使用波長および透明基板厚さが異なるDVDおよびCDの両方に対して、大きな球面収差や色収差を発生させることなく一つの対物レンズを使用して情報を記録および/または再生するための互換性のある光学系が種々提案されている。しかしながら、実用化されているものは、光源からの発散光束をカンファブレンスでその発散度を弱めるかしくは平行光束とするかあるいは強い収束光束とし、対物レンズと光情報記録媒体の透明基板とを介して情報記録面に光束を収束させる構成になっており、カンファブレンスと対物レンズの2つのレンズを必要としている。そのため、光ビックアップ装置を小型薄型化するのが困難で、しかもコストが高くなるという問題がある。

【0013】一方、前述の様にCDやDVD以外の様々な光ディスクが普及してきており、これらの光ディスクに対して互換性がある、しかも構成が簡単な光学系およびこれを備えた光ビックアップ装置が望まれており、かかる光学系、レンズ、光ディスク用回折光学系、再生装置及び光ビックアップ装置用対物レンズを提供することも本発明の目的である。

【0014】【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1の光ビックアップ装置は、光情報記録媒体から情報を再生し、または、光情報記録媒体に情報を記録するための光ビックアップ装置において、第1の波長

(27)

を有する第1の光束を射出する第1の光源と、前記第1の波長と異なる第2の波長を有する第2の光束を射出する第2の光源と、光軸と回折部と光検出器とを有する集光光学系とを具備し、前記第1の光束が前記回折部を通過することにより、前記第1の光束の他のいすれの次数の回折光量よりも大きい少なくとも1つの次数の回折光が再生され、前記第2の光束が前記回折部を通過することにより、前記第2の光束のn次回折光量が前記第2の光束の他のいすれの次数の回折光量よりも大きい少なくとも1つの次数の回折光が再生されることを特徴とする。ここで、nは0以外の整数である。

【0015】また、請求項7の光学素子は、光情報記録媒体から情報を再生し、または、光情報記録媒体に情報を記録するための光ビックアップ装置において使用される光学素子であって、光軸と、回折部とを具備し、第1の光束が前記回折部を通過することにより、前記第1の光束のn次回折光量が前記第1の光束の他のいすれの次数の回折光量よりも大きい少なくとも1つの次数の回折光が再生され、前記第1の光束と第2の波長の異なる第2の光束が前記回折部を通過することにより、前記第2の光束のn次回折光量が前記第2の光束の他のいすれの次数の回折光量よりも大きい少なくとも1つの次数の回折光が再生されることを特徴とする。ここで、nは0以外の整数である。

【0016】また、請求項13の情報の記録再生方法は、光ビックアップ装置により、少なくとも2種類の光情報記録媒体に対して情報の再生または記録をする記録再生方法であって、前記光ビックアップ装置は、第1の光源と、第2の光源と、光軸と回折部とを有する集光光学系とを備え、前記第1の光源から第1の光束をまたは前記第2の光源から前記第1の光束の波長と異なる第2の光束を射出するステップと、前記第1の光束または前記第2の光束を前記回折部を通過させて前記第1の光束の少なくとも1つの次数の回折光または前記第2の光束の少なくとも1つの次数の回折光を発生させるステップ

(ここで、前記第1の光束の少なくとも1つの次数の回折光の内のn次回折光量が前記第1の光束の他のいすれの次数の回折光量よりも大きいときに、前記第2の光束の少なくとも1つの次数の回折光の内のn次回折光量よりも大きい)と、前記第2の光束の他のいすれの次数の回折光量よりも大きい)と、前記第2の光束の他のいすれの次数の回折光を第1の光情報記録媒体の第1の光情報記録面にまたは前記第2の光情報記録面に、前記光ビックアップ装置が前記第1の光情報記録媒体または前記第2の光情報記録媒体に情報を記録しまたはそこから情報を再生するために、集光するステップと、前記光検出器により、前記第2の光束のn次回折光の回折光の第1の光情報記録面からの第1の反射光または前記第2の波長

52

53

(28)

n次回折光の前記第2の光情報記録面からの第2の反射光を検出するステップと、を含むことを特徴とする。ここで、nは0以外の整数である。

【0017】また、本発明による光情報記録媒体に対して情報の再生または記録が可能である光ビックアップ装置は、第1の波長を有する第1の光束を射出する第1の光源と、前記第1の波長と異なる第2の波長を有する第2の光束を射出する第2の光源と、光軸と回折部とを有する集光光学系と、光検出器とを有する。

【0018】また、前記第1の光束が前記回折部を通過することにより、前記第1の光束のn次回折光量が前記第1の光束の他のいすれの次数の回折光量よりも大きい少なくとも1つの次数の回折光が再生され、前記第2の光束が前記回折部を通過することにより、前記第2の光束のn次回折光量が前記第2の光束の他のいすれの次数の回折光量よりも大きい少なくとも1つの次数の回折光が再生される。ここで、nは0以外の整数である。

【0019】また、本発明の光学素子とは、上記のような機能を可能とする回折部を有する光学素子である。また、本発明の光情報記録媒体から情報を再生し、または、光情報記録媒体に情報を記録するための装置は、上記の光ビックアップ装置を有するものである。

【0020】なお、n次回折光量が他のいすれの次数の回折光量よりも大きいとは、所定の波長の光に対して、n次の回折光の回折効率が、n次以外の他の次数のそれとそれの回折光の回折効率よりも高いということである。また、n次のnは符号まで含むものであり、本発明の回折部を通過した第1の光束において、+1次の回折光を、他の次数の回折光に比して多く発生させた場合は、回折部を通過した第3の光束においても、+1次の回折光を、他の次数の回折光に比して多く発生させる事まで含むものではない。

【0021】また、本発明の光ビックアップ装置は、互いに異なる少なくとも2つの波長の光を用いる、異なる種類の光情報記録媒体の記録及び/または再生を、1つのビックアップ装置で可能とするものである。すなわち、本発明の光ビックアップ装置は、第1の光情報記録媒体及び第2の光情報記録媒体という異なる情報記録媒体の記録/再生に用いられるものである。本発明の光ビックアップ装置の第1の光源の第1の光束は、第1の光情報記録媒体から情報を再生するために、または、第1の光情報記録媒体に情報を記録するために使用され、第2の光源の第2の光束は、第2の光情報記録媒体から情報を再生するために、または、第2の光情報記録媒体に情報を記録するために使用される。また、通常、光情報記録媒体は、情報記録面上に、透明基板を有するものである。

【0022】また、本発明の機能を、別の言い方で表す

54

と、集光光学系は、回折部に達した第1の光束により回折部で発生した第1の光束のn次回折光を第1の光情報記録媒体に記録された情報を再生するためにまたは第1の光情報記録媒体に情報を記録するために、第1の透明基板を介して第1の光情報記録媒体の第1の光情報記録面に集光することとができ、集光光学系は、回折部に達した第2の光束により回折部で発生した第2の光束のn次回折光を第2の光情報記録媒体に記録された情報を再生するためにまたは第2の光情報記録媒体に情報を記録するために、第2の透明基板を介して第2の光情報記録媒体の第2の光情報記録面に集光することとができ、光検出器は、第1の光情報記録面または第2の光情報記録面から反射した光束を受光することができるということになる。

【0023】より好ましい形態を以下に示す。集光光学系は、回折部を通過した第1の光束におけるn次回折光を第1の光情報記録媒体の第1の光情報記録面に、対物レンズの像面の、第1の光束における所定開口数内では0.07λrms以下の状態で、即ち、実使用上開口内の光束が最良像点において回折限界性能もしくはそれ以下となる状態で集光することができる。

【0024】さらに、第1の光源もしくは第2の光源において、温度変化や電流変化に基づく±10.0nm以下程度の波長シフトが起きる場合であっても、それぞれの情報記録面上において、対物レンズの像面の所定開口数内では0.07λrms以下の状態で、即ち、実使用上開口内の光束が最良像点において回折限界性能もしくはそれ以下となる状態で集光することができる。

【0025】なお、n次回折光が、1次回折光もしくは-1次回折光であるとき、±1次より高次の回折光を用いる場合と比べて光量の損失が少なく好ましい。

【0026】また、回折部における第1の光束のn次回折光の回折効率をA%としたとき、他のある次数の回折光の回折効率をB%としたとき、A-B≧1.0であることが好ましく、回折部における第2の光束のn次回折光の回折効率をA' %としたとき、他のある次数の回折光の回折効率をB' %としたとき、A'-B'≧1.0であることが好ましく、さらにはA-B≧3.0、A'-B'≧3.0であることがより好ましく、A-B≧5.0、A'-B'≧5.0、であることがより好ましく、A-B≧7

(29)

55

0、A' - B' ≥ 70であることがさらに好ましい。
【0027】また、第1の光束も第2の光束も、光情報記録媒体の情報記録に用いる場合は、回折部におけるn次回折光が、第1の光束の波長と第2の光束の波長との間の波長において最大となるようにすることが好ましい。

【0028】また、第1の光束が第2の光束のいずれかのみを、光情報記録媒体の情報記録に用い、他方の光束は再生のみに用いる場合は、回折部におけるn次回折光の回折効率が、第1の光束の波長と第2の光束の波長との間の波長において最小となるようにすることが好ましい。より好ましくは、回折部におけるn次回折光の回折効率が、第1の光束の波長が、第2の光束の波長が、情報の記録に用いる方において、最大となるようにすることがある。

【0029】また、回折部が設けられる光学素子としては、特に限定されないが、集光光学素子に設けられる、屈折面を持つレンズや、平板状素子などが挙げられる。

【0030】回折部を設ける光学素子として、屈折面を持つレンズや、平板状素子などを用いる場合、光学素子の具体例としては、対物レンズやカメラレーンズやカメラプリングレンズなどが挙げられる。これらのレンズの屈折面上等に回折部を設けることができる。また、回折部を設けることの目的とした平板状やレンズ状の光学素子を、集光光学系に加えてもよい。

【0031】なお、対物レンズの屈折面上に回折部を設ける 合、対物レンズの外径（フランジを有する場合はフランジも含む外径）が、縦径よりも、0.4mm～2mm大きいことが好ましい。

【0032】回折部は、光学素子の光源側の光学面に設けてもよいし、後側（光情報記録媒体側）に設けてもよいし、両面に設けるようにしてもよい。また、回折部は凸面に設けてもよいし、凹面に設けてもよい。

【0033】対物レンズに回折部を設けると、部品点数の削減につながり、しかも光ビックアップ装置の製造時の組立誤差も減少できるため、より好ましい。その場合、対物レンズは、1枚玉であることが好ましいが、2枚玉であってもよい。プラスチックスが好ましいが、ガラスレンズであってもよい。また、ガラスレンズ表面に回折部が形成された断面層を設けてもよい。また、回折部が設けられた対物レンズは、外周に、光軸に対し垂直方向に延びた面を持つフランジ部を有することが好ましい。これにより、ビックアップ装置への精度の高い取り付けが容易に行え、しかも環境温度が変化しても安定した性能を得られる。また、対物レンズの屈折面が非球面であった、その非球面に回折部が設けられることが好ましい。もちろん、回折部は対物レンズの面に設けてもよいし、両面に設けてもよい。

【0034】また、回折部が設けられている光学素子は、アッペルトが50以上、100以下の材料ででき

56

ていることが好ましい。また、プラスチックスであっても、ガラスであってもよい。なお、プラスチックスレンズである場合、その材料の屈折率が1.4～1.75であることが好ましく、1.48～1.6であることがさらに好ましく、1.5～1.56であることがさらに好ましい。

【0035】また、回折部が、レンズ（好ましくはプラスチックレンズ）に設けられている場合、温度変化に対して安定した光ビックアップ装置及び光学素子を得るために、以下の条件式を満たすことが好ましい。

$$-0.0002/^{\circ}\text{C}<\Delta n/\Delta T<-0.00005/^{\circ}\text{C}$$

ΔT :温度変化

Δn :前記レンズの屈折率の変化量

【0036】さらに以下の条件式を満たすことが好ましい。

$$0.05\text{mm}/^{\circ}\text{C}<\Delta\lambda/\Delta T<0.5\text{mm}/^{\circ}\text{C}$$

$\Delta\lambda$ (nm):温度変化 ΔT があったときの、第1の光源の波長の変化量

【0037】回折部は、振幅型の回折部であってもよいが、光利用効率の観点から、位相型の回折部であることが好ましい。また、回折部の回折パターンは、光軸に対して回転対称であることが好ましい。また、回折部は、光軸の方向から見、複数の輪帯を有し、この複数の輪帯が光軸または光軸近傍の点を中心としたほぼ同心円上に形成されていることが好ましい。円が好ましいが、楕円であってもよい。特に段差を有するブレード型の輪帯回折面が好ましい。また、階段状に形成された輪帯回折面であってもよい。また、光軸から離れたに従って、レンズ厚が厚くなる方向へ離散的にシフトする輪帯とし、回折部が形成された輪帯回折面であってもよい。なお、回折部は輪帯状であることが好ましいが、1次元回折格子であってもよい。

【0038】回折部が同心円の輪帯状である場合、回折輪帯のピッチは、位相差間数もしくは光路差間数を使って定義される。この場合、複数の輪帯の各位置を示す番号で表される位相差間数が、2乗項以外の少なくとも1つの項に、0以外の係数を有することが好ましい。この構成により、異なる波長の光に起因する色収差の面収差を補正することが可能となる。

【0039】また、回折部の複数の輪帯の各位置を示す番号で表される位相差間数が、2乗項に、0以外の係数を有すると、近軸色収差を補正でき好ましい。しかし、回折輪帯のピッチを過小としないことを重視する場合、回折部の複数の輪帯の各位置を示す番号で表される位相差間数が、2乗項を含まないようにしてもよい。【0040】なお、回折部の回折輪帯のステップ数が、2以上、45以下であることが好ましい。より好ましくは、40以下である。さらに好ましくは、15以下である。なお、ステップ数を数えるには、輪帯の段差の数を数えればよい。

57

【0041】また、回折部の回折輪帯の段差の光軸方向の深さが、2μm以下であることが好ましい。この構成にすることにより、光学素子の製造がしやすくなり、しかもn次回折光を容易に1次または1～1次回折光にすることができ。

【0042】また、光学素子の光源側の面に回折部を設ける場合、光軸から離れるにつれて、段差の深さが深くなる方が好ましい。

【0043】光軸を偏向する回折面の作用について、本発明では光線を、より光軸の方に偏向させる場合を正の作用と呼び、光軸から離れる方向に偏向するとき負の作用と呼ぶ。

【0044】また、輪帯回折面のピッチは、光軸からの高さに反比例してピッチを設けてもよい。また、ピッチの設けられ方が、光軸からの高さに反比例していない。つまり、光路差間数が高次の項を有するピッチを設けてもよい。

【0045】特に、光路差間数の高次の項を有するピッチを設ける場合、つまり、光軸からの高さに反比例してピッチが設けられていない場合、光路差間数において、変曲点を有してもよいが、変曲点を有さないことが好ましい。

【0046】また、回折部で付加される回折作用は、回折部の全面において正であってもよいし、回折部の全面において負であってもよい。また、回折部で付加される回折作用の正負の符号が、光軸と垂直に光軸から離れる方向において少なくとも1回切り替わるようにしてもよい。例えば、図47(c)に示されるような、光軸と垂直に光軸から離れる方向において負から正に変化するタイプが挙げられる。異なる言い方をすると、回折部の複数の輪帯が、ブレード化されており、光軸に近い側の回折輪帯では、その段差部が光軸から離れた側に位置し、光軸から離れた側の回折輪帯では、その段差部が光軸に近い側に位置する、とも言える。また、図47(d)に示されるような、光軸と垂直に光軸から離れる方向において正から負に変化するタイプなどでもよい。これについても異なる言い方をすると、回折部の前記回折輪帯で、ブレード化されており、光軸に近い側の前記回折輪帯は、その段差部が光軸に近い側に位置し、光軸から離れた側の前記回折輪帯では、その段差部が光軸から離れた側に位置するとも言える。

【0047】なお、回折輪帯のピッチとは、図134に示すように、光軸と垂直方向の輪帯の段差と輪帯の間の距離pをいい、段差の深さとは、光軸方向の段差の長さdをいう。

【0048】なお、ピッチが細かくなると、その部分の収束度合いや発散度合いは強くなり、ピッチが大きくなると、その部分の収束度合いや発散度合いは弱くなる。【0049】また、回折部を有する光学素子において、光束が通過する面の全面に回折部を設けてもよい。異なる

(30)

58

る言い方では、対物レンズの像側の最大開口数以下の光束が全て、回折部を通過するようにしてもよい。ともいえる。また、単側に光学素子の光学面の1面全面に回折部を設けてもよく、光学素子の光学面の1面の70%以上（好ましくは80%以上、さらに好ましくは90%以上）を回折部としてもよい。

【0050】また、光学素子の光束が通過する面の一部にのみ回折部を設け、他の部分を屈折面、もしくは透過面としてもよい。異なる言い方では、対物レンズの像側の最大開口数に対応する言い方のうち、光軸と垂直方向の領域の一部の領域の光束が、回折部を通過し、他の一部の領域の光束が回折部を通過せず、屈折面や透過面を通過するようにする、とも言える。光束が通過する面の一部にのみ回折部を設ける場合、回折部を光軸を含む光軸近辺のみに設けてもよいし、光軸近辺に回折部を設けず、回折部を環状に設けてもよい。例えば、光学素子の光学面の1面の10%以上、90%未満を回折部としてもよい。または、10%以上、50%未満を回折部としてもよい。

【0051】なお、光学素子の光束が通過する面の一部にのみ回折部を設ける 合、 $NA1 > NA2$ の場合は、 $NA1 > NAH1$ 、 $NAH1 \geq NA2$ 、 $NA2 \geq NA1$ 、 $1 \geq 0$ であることが好ましい。また、 $NA2 > NA1$ の場合は、 $NA2 > NAH2$ 、 $NAH2 \geq NA1$ 、 $1 \geq 0$ であることが好ましい。なお、 $NA1$ 、 $NA2$ は、それぞれ第1の光束及び第2の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数である。NAH1、NAH2は、回折部の最も外側を通過した第1の光束及び第2の光束の対物レンズの像側の開口数である。NAH1、NAH2は、回折部の最も内側を通過した第1の光束及び第2の光束の対物レンズの像側の開口数である。

【0052】また、光学素子の光束が通過する面の一部にのみ回折部を設ける場合、 $NA1 > NA2$ のとき、第1の光束のうち、NA1以下で回折部を通過した光束と、回折部以外の屈折面を通過した光の集束位置がほぼ等しいことが好ましい。NA2 > NA1の場合は、第2の光束のうち、NA2以下で回折部を通過した光束と、回折部以外の屈折面を通過した光の集束位置がほぼ等しいことが好ましい。

【0053】また、回折部が、第1の回折パターンと、第2の回折パターンを有し、第2の回折パターンが、第1の回折パターンよりも光軸から離れているという態様であってもよい。また、回折部と回折部のない屈折面とを同一面上に組み合わせてもよい。

【0054】また、2種の回折パターンを有する場合、回折部の第1の回折パターンを通過した第1の光束において、n次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、第1の情報記録面上に集光可能であり、回折部の第1の回折パターンを通過した第2の光束において

(31)

59

も、 n 次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、第2の情報記録面上に集光可能であり、回折部の第2の回折パターンを通過した第1の光束において、 n 次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、第1の情報記録面上に集光可能であり、回折部の前記第2の回折パターンを通過した第2の光束においては、透過光である0次の光が、他の次数の回折光に比して多く発生するようにしてもよい、この場合の n 次としては、1次が好ましい。

【0055】また、別の態様としては、回折部の第1の回折パターンを通過した第1の光束において、 n 次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、第1の情報記録面上に集光可能であり、回折部の前記第1の回折パターンを通過した第2の光束においても、 n 次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、第2の情報記録面上に集光可能であり、回折部の第2の回折パターンを通過した第1の光束において、 n 次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生し、第1の情報記録面上に集光可能であり、回折部の第2の回折パターンを通過した第2の光束において、 n 次ではない角の次数の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生する、この場合の n 次としては、1次が好ましく、負の次数としては-1次が好ましい。

【0056】また、透明基板の厚さが異なる、複数の光情報記録媒体において使用する光ビニラツツ装置もしくは光学素子の台、回折部の輪郭のピッチは以下の条件式を満たすことが特に好ましい。

$$0.4 \leq 1 \text{ (Ph/Pf)} - 2 \leq 2.5$$
$$[0057] \text{ より好ましくは、} 0.8 \leq 1 \text{ (Ph/Pf)} - 2 \leq 6 \text{ であり、さらに好ましくは、} 1.2 \leq 1 \text{ (Ph/Pf)} - 2 \leq 4 \text{ である。}$$

【0058】対物レンズの像側の最大開口数に対応する回折部の輪郭のピッチがP fであり、最大開口数の1/2に対応する回折部の輪郭のピッチがP hである。なお、最大開口数とは、その光ビニラツツ装置において、情報の読取/記録が行われる幾つかの種類の光情報記録媒体の所定開口数のうち、最も最大のものであり、最大開口数とは、その光ビニラツツ装置において、所定の波長の光束によって、光情報記録媒体の情報の読取/記録を可能とする開口数をいうが、ある光情報記録媒体の規格で定められた開口数であってもよい。

また、対物レンズの像側の最大開口数に対応する回折部の輪郭のピッチとは、最大開口数に対応する回折部の輪郭のピッチとは、最大開口数の間に、対称する回折部の輪郭のピッチといて、最大開口数の1/2に2の開口数の間に、回折部において、通過する光束の最も外周部に位置する輪郭のピッチを意味する。【0059】なお、2つの光束の光束のうち、一方の光束については、実使用上の開口までを無収差とし、その

60

外側の部分については収差をフレアにしようとする光ビニラツツ装置としてもよい。

【0060】言う言い方をすると以下のように表すことができる。第1の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数内である第1の光束は、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、 $0.07 \lambda \text{ rms}$ 以下の状態で集光され、第1の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した第1の光束は、第1の情報記録面上では、 $0.07 \lambda \text{ rms}$ より大きい状態となり、第2の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数内を通過した第2の光束も、前記所定開口数より外側を通過した第2の光束も、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07 \lambda \text{ rms}$ 以下の状態で集光される。この場合NA1<NA2であって、第1の光情報記録媒体の記録・再生を行う際に、NA1とNA2の間の光束はフレアにすることである。

【0061】もしくは、第2の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数内である第2の光束は、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07 \lambda \text{ rms}$ 以下の状態で集光され、第2の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した第2の光束は、第2の光情報記録面上では、 $0.07 \lambda \text{ rms}$ より大きい状態となり、第1の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数内を通過した第1の光束も、所定開口数より外側を通過した第1の光束も、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、 $0.07 \lambda \text{ rms}$ 以下の状態で集光される。この場合、NA1>NA2であって、第2の光情報記録媒体の記録・再生を行う際に、NA2とNA1の間の光束はフレアにすることである。

【0062】これらの態様は、回折部の設計によって、任意に設定できる。例えば、光学素子の全面に回折部を設けつつ、回折部の設計によって、所定開口数以上においてフレアを発生させるようにしてもよいし、光学素子の面の一部に回折部を設け、他は屈折面とし、屈折面や回折部によってフレアを発生させるようにしてもよい。

【0063】上記フレアを発生させる態様においては、第1の光束を用いる際の対物レンズの像側の所定開口数よりも外側の第1の光束を透過もしくは回折し、第2の光束は透過する開口制限手段も、第2の光束を用いる際の対物レンズの像側の所定開口数よりも外側の第2の光束を透過もしくは回折し、第1の光束は透過する開口制限手段も有さないことが好ましい。つまり、マイクロリソグラフィやホログラムフィルムを設けずに、通常の絞りのみを設けることが好ましい。回折部を上記機能を満たすように設けさえすれば、通常の絞りで済めばよい。そのため、機構が簡単になり好ましい。

【0064】しかし、ホログラムフィルム等のフィルムを用いて、フレアを発生させるようにしてもよい。な

(32)

61

お、ホログラムフィルムなどのフィルムを設ける場合、別体のフィルムを集光光学系に設けてもよいし、対物レンズ上にフィルムを設けてもよい。

【0065】また、所定開口数より小さい方の光束を集光させた際の、身カスボットを作る位置に対して、フレアにフレアを設けるようにしてもよいし、オーバーフローにフレアを設けるようにしてもよい。好ましくは、オーバーフローに設ける方がよい。

【0066】また、上述のようにフレアを発生させる場合、表面収差面において、連続的にフレアを発生させるようにしてもよい。不連続的にフレアを発生させるようにしてもよい。

【0067】また、別の態様として、フレアを発生させることができる。第1の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数内である第1の光束は、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、 $0.07 \lambda \text{ rms}$ 以下の状態で集光され、第1の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した第1の光束は、第1の光情報記録面上では、 $0.07 \lambda \text{ rms}$ 以下の状態で集光されるか、もしくは、遮蔽されて、第1の情報記録面上まで達することがなく、第2の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数内を通過した第2の光束も、所定開口数より外側を通過した第2の光束も、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07 \lambda \text{ rms}$ 以下の状態で集光される。この場合、NA1<NA2であって、第1の光情報記録媒体の記録・再生を行う際に、NA1とNA2の間の光束も集光するか、もしくは遮蔽するというのである。

【0069】もしくは、第2の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数内である第2の光束は、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録面上に、 $0.07 \lambda \text{ rms}$ 以下の状態で集光され、第2の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数より外側を通過した第2の光束は、第2の光情報記録面上では、 $0.07 \lambda \text{ rms}$ より大きい状態で集光されるか、もしくは、遮蔽されて、第2の光情報記録面上まで達することがなく、第1の光束を用いる際の、対物レンズの像側の所定開口数内を通過した第1の光束も、所定開口数より外側を通過した第1の光束も、第1の光情報記録媒体の第1の情報記録面上に、 $0.07 \lambda \text{ rms}$ 以下の状態で集光される。この場合、NA1>NA2であって、第2の光情報記録媒体の記録・再生を行う際に、NA2とNA1の間の光束も集光するか、もしくは遮蔽するというのである。

【0070】これらの態様は、回折部の設計によって、任意に設定できる。

【0071】上記フレアを発生させず、NA1とNA2

62

の間、もしくはNA2とNA1の間の光束を遮蔽する態様においては、第1の光束を用いる際の対物レンズの像側の所定開口数よりも外側の第1の光束を遮蔽もしくは回折し、第2の光束は透過する開口制限手段も、もしくは第2の光束を用いる際の対物レンズの像側の所定開口数よりも外側の第2の光束を遮蔽もしくは回折し、第1の光束は透過する開口制限手段を設けることが好ましい。または、それぞれの光束において所定開口数となるような開口制限手段を設けることが好ましい。

【0072】つまり、第1の光束もしくは第2の光束の一方の光束において、所定開口数以上において、開口制限手段であるマイクロリソグラフィやホログラムフィルムなどの輪郭フィルムによって、光束を遮蔽することが好ましい。なお、マイクロリソグラフィやホログラムフィルムなどのフィルムを設ける場合、別体のフィルムを集光光学系に設けてもよいし、対物レンズ上にフィルムを設けてもよい。

【0073】しかしながら、フレアを発生させない場合であっても、マイクロリソグラフィやホログラムフィルムを設けることなく、通常の絞りのみを設け、最大開口数内の全ての光束を情報記録面上に集光させるようにしてもよい。別の言い方をすれば、対物レンズの像側の最大開口数内において、第1の光束及び第2の光束共に、情報記録面上で、 $0.07 \lambda \text{ rms}$ 以下の状態で集光されるようにしてもよい。

【0074】また、NA1=NA2の場合にも、上記のような態様で、フレアを発生させないことが好ましい。

【0075】なお、第1の光情報記録媒体及び第2の光情報記録媒体という異なる情報記録媒体とは、各々の記録/再生に使用される光の波長が異なる情報記録媒体であることを意味する。透明基板の厚さや、屈折率が同じであっても、異なっている。また、所定開口数の値が同じであっても、異なっている。もちろん、情報の記録密度が同じであっても、異なっている。異なる情報記録媒体各々の記録/再生に使用される光の波長の差異によって発生する近軸色収差や球面収差が、本発明の回折部によって、補正される。なお、球面収差も近軸色収差も補正することが最も好ましく、球面収差のみを補正し、近軸色収差を補正しない態様が次に好ましいが、近軸色収差のみを補正し、球面収差を補正しない態様であってもよい。

【0076】さらに、異なる情報記録媒体において、透明基板の厚さが異なり、透明基板の厚さに基づいて、球面収差が発生する場合であっても、その球面収差が本発明の回折部によって、補正される。なお、第1の光情報記録媒体及び第2の光情報記録媒体において、透明基板の厚さが各々異なる場合は、発生する球面収差がより大きくなるため、本発明の効果はより顕著となり好ましい。

【0077】なお、第1の光束の波長と、第2の光束の

(33)

63

波長との差が80nm以上、400nm以下であることが好ましい。さらに好ましくは、100nm以下、20nm以下である。さらに好ましくは、120nm以上、200nm以下である。また、第1の光源と、第2の光源としては、例えば、760～820nm、630～670nm、350nm～480nm等の波長の光を照射する光源の中から2種類をいずれかを好ましく組み合わせて用いることができる。もちろん、3光源や4光源であってもよい。第3の光を射出する第3光源や第4の光を射出する第4光源を有する場合、回折部を通した第3の光や第4の光束において、 n 次の回折光が、他の次数の回折光に比して多く発生するようにすることが好ましい。

【0078】また、第2の光の波長の方が、第1の光の波長よりも波長が長い場合、第2の光と第1の光束とにおける軸上色収差が、以下の条件式を満たすことが好ましい。

$$-1.2 / (2 \times (NA2)^2) \leq Z \leq 1.2 / (2 \times (NA2)^2) \quad (A2)$$

1.2：第2の光の波長

NA2：第2の光束に対する、前記対物レンズの像側の所定開口数

【0079】また、透明基板の厚さが異なる光情報記録媒体を用い、 $t2 > t1$ である場合に、以下の条件式を満たすことが好ましい。

$$0.2 \times 10^{-6} / (t \cdot \Delta WSA3 \cdot \lambda 1 / \{f \cdot (NA1)^4 \cdot \Delta T\}) \leq 2 \times 10^{-6} / (t \cdot \Delta WSA3 \cdot \lambda 1 / \{f \cdot (NA1)^4 \cdot \Delta T\}) \quad (A2)$$

NA1：第1の光束を用いて、光情報記録媒体の再生もしくは記録する場合に、必要像側の対物レンズの開口数

$\lambda 1$ ：第1の光束の波長

f ：第1の光束に対する対物レンズの焦点距離

ΔT ：環境温度変化

$\Delta WSA3(\lambda 1 \text{rms})$ ：第1の光束を用いて、光情報記録媒体の再生もしくは記録する場合に、光情報記録媒体に入射された光束の波面収差の3次球面収差成分の変化量

【0080】また、第1の光束を用いる場合において、発散光や収束光等の非平行光束である第1の光束を対物レンズに入射させ、第2の光束を用いる場合において、発散光や収束光等の非平行光束である第2の光束を対物レンズに入射させるようにしてもよい。

【0081】または、第1の光束を用いる場合において、平行光束である第1の光束を対物レンズに入射させ、第2の光束を用いる場合において、発散光や収束光等の非平行光束である第2の光束を対物レンズに入射させてもよい。または、第1の光束を用いる場合において、発散光や収束光等の非平行光束である第1の光束を対物レンズに入射させ、第2の光束を用いる場合において、発散光や収束光等の非平行光束である第2の光束を対物レンズに入射させるようにしてもよい。

【0082】なお、第1の光束、第2の光束どちらからの

(34)

64

光束、もしくは両方の光束において、非平行光束を用いる場合、第1の光束を用いる場合の対物レンズに対する倍率 $m1$ と、第2の光束を用いる場合の対物レンズに対する倍率 $m2$ との差の絶対値が、 $0 \sim 1/15$ であることが好ましい。より好ましくは、 $0 \sim 1/18$ である。 $\lambda 2 > \lambda 1$ 、 $t2 > t1$ の場合、 $m1$ の方が大きいことが好ましい。特に、第2の光束をCDに用い、第1の光束をDVDに用いる場合に、上記範囲が好ましい。なお、第1の光源の波長が $\lambda 1$ であり、第2の光源の波長が $\lambda 2$ であり、第1の透明基板の厚さが $t1$ であり、第2の透明基板の厚さが $t2$ である。

【0083】または、第1の光束を用いる場合において、第2の光束を用いる場合においても、平行光束を対物レンズに入射させるようにしてもよい。この場合、回折部が、図47 (b) (c) の様な形態であってもよいが、図47 (a) (d) の形態の方が好ましい。

【0084】また、光ビックアップ装置に對物レンズに入射する光束の発散度を補正する発散度変更手段（以下、「発散度補正手段」という。）を設け、第1の光束と第2の光束とにおいて、対物レンズに入射する光束の発散度を変化させるようにしてもよい。

【0085】なお、発散光を対物レンズに入射する場合は、対物レンズがガラスレンズであることが好ましい。

【0086】なお、第1の光情報記録媒体もしくは、第2の光情報記録媒体のどちらかのみに対して再生・記録を行う、他方に対しては再生のみを行う場合は、光ビックアップ装置において、第1の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率と、第2の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率が、異なることが好ましい。

この場合、第1の光束に対する対物レンズの結像倍率と、第2の光束に対する対物レンズの結像倍率とは、同じであっても、異なってもよい。

【0087】また、 $\lambda 1 < \lambda 2$ 、 $t1 < t2$ であった、第1の光情報記録媒体のみに対して再生・記録を行え、第2の光情報記録媒体に対しては再生のみを行う場合は、第1の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率が、第2の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率に比して小さいことが好ましい。さらに、上記を満たし、 $0.61 < NA1 < 0.66$ である場合、集光光学系において、第1の光源と、コリメータレンズの間に、倍率を変化させるカップリングレンズを設けること

や、集光光学系において、第1の光束用コリメータレンズと第2の光束用コリメータレンズを別に設けることが好ましい。なお、第1の光束に対する対物レンズの結像倍率と、第2の光束に対する対物レンズの結像倍率とが、共に0であることが好ましい。なお、第1の光源の波長が $\lambda 1$ であり、第2の光源の波長が $\lambda 2$ であり、第1の透明基板の厚さが $t1$ であり、第2の透明基板の厚さが $t2$ であり、第1の光情報記録媒体の記録または再生に必要な対物レンズの像側の所定開口数がNA1であ

(34)

65

る。
【0088】また、 $\lambda 1 < \lambda 2$ 、 $t1 < t2$ であった、第2の光情報記録媒体のみに対して再生・記録を行え、第1の光情報記録媒体に対しては再生のみを行う場合は、第1の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率が、第2の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率に比して大きいことが好ましい。なお、第1の光束に対する対物レンズの結像倍率と、第2の光束に対する対物レンズの結像倍率とが、共に0であることが好ましい。

【0089】なお、第1の光情報記録媒体及び第2の光情報記録媒体の両方に対して、再生・記録を行える場合、もしくは、両方に対して、再生のみを行う場合は、光ビックアップ装置において、第1の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率と、第2の光束に対する光ビックアップ装置全体の結像倍率が、ほぼ等しいことが好ましい。この場合、第1の光束に対する対物レンズの結像倍率と、第2の光束に対する対物レンズの結像倍率とは、同じであっても、異なってもよい。

【0090】また、光検出器は、第1の光束と第2の光束とに対して、共通としてもよい。もしくは、第2の光検出器を設け、光検出器を第1の光束用とし、第2の光検出器を第2の光束用としてもよい。

【0091】また、光検出器と、第1の光源もしくは第2の光源とがユニット化されているともよい。または、光検出器と、第1の光源及び第2の光源とがユニット化されているともよい。または、光検出器と、第2の光検出器と、第1の光源及び第2の光源とが全て一体にユニット化されているともよい。さらには、第1の光源及び第2の光源のうちの少なくとも1つが、第1の光源と第2の光源とがユニット化されているともよい。

【0092】特に、第1の光源と第2の光源がユニット化されている、同一面上にならべて設けられている場合は、 $NA1 > NA2$ である場合は、第1の光源を対物レンズの光軸上に設けることが好ましく、 $NA1 < NA2$ である場合は、第2の光源を対物レンズの光軸上に設けることが好ましい。なお、第1の光情報記録媒体の記録または再生に必要な対物レンズの像側の所定開口数がNであり、第2の光情報記録媒体の記録または再生に必要な対物レンズの像側の所定開口数がNA2である。

【0093】なお、第1の光情報記録媒体の記録・再生を行う際の、ワーキングディスタンスをWD1とし、第2の光情報記録媒体の記録・再生を行う際の、ワーキングディスタンスをWD2とした際に、 $|WD1 - WD2| \leq 0.29 \text{ mm}$ となることが好ましい。この場合、第1の光情報記録媒体の記録・再生を行う際の倍率と、第2の光情報記録媒体の記録・再生を行う際の倍率が等しいことがより好ましい。また、その倍率が0であることがさらに好ましい。また、 $t1 < t2$ 、 $\lambda 1 < \lambda 2$ の場合、 $WD1 \geq WD2$ であることが好ましい。これらのワーキングディスタンスに関する条件は、第1の光情報記

66

録媒体がDVD、第2の光情報記録媒体がCDである場合に、特に好ましい。なお、上記ワーキングディスタンスを満たす場合は、回折部が、図47 (a) (d) の様な形態であってもよいが、図47 (b) (c) の形態の方が好ましい。

【0094】また、集光光学系、または対物レンズ等の光学素子は、光情報記録媒体の情報記録層上に、光束を集光して、情報の記録・再生を行えるように、スポットを形成するものである。特に、 $NA1 > NA2$ 、 $t1 < t2$ である場合であって、しかも、第2の光束について、NA2よりも外側の光束を、第2の光情報記録媒体の第2の情報記録層上にフレアとする（結像面上での波面収差を $0.07 \lambda 2 \text{ rms}$ より大とする）場合に、そのスポットが以下の条件を満たすことが好ましい。

$$0.66 \times \lambda 1.2 / NA2 \leq w \leq 1.15 \times \lambda 1.2 / NA2$$
$$w > 0.83 \times \lambda 1.2 / NA1$$

$\lambda 1$ ：第1の光束の波長

$\lambda 2$ ：第2の光束の波長

NA1：第1の光束に対する所定開口数

NA2：第2の光束に対する所定開口数

w：第2の光束の結像面での13.5%強度のビーム径

【0095】なお、スポットが真円でない場合、ビーム径は、ビーム径が一様とされている方向でのビーム径を上記ビーム径(w)とすることが好ましい。

【0096】さらに、好ましくは以下の条件を満たすことである。

$$0.74 \times \lambda 1.2 / NA2 \leq w \leq 0.98 \times \lambda 1.2 / NA2$$

【0097】また、スポットの形状は、中心に光強度の強い記録・再生に用いられるスポットが存在し、その周りに記録・再生に不要な影響を及ぼさない程度に光強度が弱いフレアが存在している形状であってもよいし、中心に光強度の強い記録・再生に用いられるスポットが存在し、その周りにドーナツ状に、フレアが存在している形状であってもよい。

【0098】また、スポットのS字特性が良好であることが好ましい。具体的には、オーバーシュートが、0～20%であることが好ましい。

【0099】第1の光源の波長を $\lambda 1$ とし、第2の光源の波長を $\lambda 2$ とし、第1の透明基板の厚さを $t1$ とし、第2の透明基板の厚さを $t2$ とし、波長が $\lambda 1$ の光による第1の光情報記録媒体の記録または再生に必要な対物レンズの像側の所定開口数をNA1、波長が $\lambda 2$ の光による第2の光情報記録媒体の記録または再生に必要な対物レンズの像側の所定開口数をNA2とした場合、好ましい1例として、以下の条件式が挙げられる。この場合、 n 次の回折光は1次の回折光であることが好ましい。もちろん、好ましい態様は下記の条件式に限られるものではない。

$$\lambda 1 < \lambda 2$$

(37)

71

の少なくとも異なる2つの波長の光を意味することは勿論である。もちろん、400nmと780nmの組み合わせや、400nmと650nmの組み合わせであってもよい。

【0125】本発明において、異なる波長の光とは、上に示したような情報記録媒体の種類や記録密度の相違などに応じて使用される、互いに十分な波長差を有する複数の波長の光を意味しており、1つの波長の光を出力する1つの光素子の速度変化や出力変化に起因して生じる±10nm程度以内の一時的なシフトによって異なる波長の光を指すものではない。また、異なる波長の光が使用される要因としては、上記した情報記録媒体の種類や記録密度の相違のほか、例えば、情報記録媒体の透明基板の厚さの相違や記録と再生との相違等が挙げられる。

【0126】また、回折面とは、光学素子の表面、例えばレンズの表面に、レリーフを設けて、回折によって光を集束あるいは発散させる作用を持たせる面のことをいい、同一光学面に回折を生じる領域と生じない領域がある。合は、回折を生じる領域をいう。レリーフの形状としては、例えば、光学素子の表面に、光軸を中心とする同心円状の輪帯として形成され、光軸を含む平面でその断面をみれば全輪帯は等速のような形状が知られているが、その他の形状を含むものもある。

【0127】一般に回折面から0次光、±1次光、±2次光・・・と無数の次数の回折光が生じるが、例えば上記のような子午断面が等速状となるレリーフを持つ回折面の場合は、特定の次数の回折効率を他の次数の回折効率よりも高くしたり、場合によっては、特定の1つの次数（例えば±1次光）の回折効率をほぼ100%とするように、このレリーフの形状を設定することができ、本発明において、特定次数の回折面を選択的に発生すると、所定の波長の光に対して特定次数の回折光の回折効率がその特定次数以外の他の次数のそれぞれ、回折光の回折効率よりも高いことをいい、互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれ光に対して、それぞれ選択的に発生する特定次数の回折光のその特定次数が同じ次数であることを同じ次数の回折光を選択的に発生するという。ここで、回折光の次数が同じであるとは、回折光の次数が符号を含めて同じであることをいう。

【0128】また、回折率は、全回折光に対するそれぞれの次数の回折光の光量の割合を回折面の形状（レリーフの形状）に基づき、また照射する光の波長を所定の波長に設定したシミュレーションによる計算で求める。所定の波長には、一例として780nm、650nmの波長が挙げられる。

【0129】また、回折面が光学素子の少なくとも一方の光学面のほぼ全面に形成されているとは、光学面上で光束が通る範囲のほぼ全てに回折構造（レリーフ）が設けられることを意味し、光学面の一面、例えば周辺部の

72

みに回折構造を設けたような光学素子ではないことを意味する。このとき、光面からの光束が情報記録媒体側に通過する範囲は、光学素子または光ビックアップ装置に用いられる開口絞りによって定められる。回折面を設けた光学素子単位として見れば、回折面が形成される範囲は光学面のほぼ全面にわたっているが、光束が通らない周辺部もある程度の余裕を構って光学面を形成しておくのが一般的で、この部分も光学面として使用可能な領域として光学面を含めて考えるとき、光学素子単位として光学面中の回折面の面積率は少なくとも半分以上であることが好ましく、ほぼ100%であることがより好ましい。

【0130】また、請求項139の光学系は、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のそれぞれの光に対してそれぞれ選択的に発生する回折光の特定次数が同じ次数であることを特徴とするものである。

【0131】請求項139によると、回折面が少なくとも2つの波長のそれぞれの光に対して同じ次数の回折光の回折効率を最大とするので、回折面が異なる次数の回折光の回折効率を最大とする場合と比較して光量の損失が少ない。

【0132】また、請求項140の光学系は、前記同じ次数の回折光が1次回折光であることを特徴とするものである。1次回折光はグラス1次回折光であってもよいし、マイナース1次回折光であってもよい。

【0133】請求項140によると、同じ次数の回折光が1次回折光であることにより、同じ次数の回折光が1次よりも高次の回折光である場合と比較して光量の損失が少ない。

【0134】また、請求項141の光学系は、上述の回折面を有する光学素子の少なくとも1つの光学素子が屈折パワーを有するレンズであることを特徴とするものである。請求項141の光学系は、屈折パワーを有するレンズの表面に、さらに回折のための微細構造（レリーフ）を形成したものであってよい。このとき、回折のための微細構造の包絡面がレンズの屈折面形状となる。例えば、非球面玉対物レンズの少なくとも一方の面に、いわゆるブレーズ型の回折面が設けられたものであって、子午断面が等速状となる輪帯が全面に設けられたレンズであってもよい。

【0135】請求項141によると、回折面を有する光学素子が屈折パワーを有するレンズであることにより、球面収差および色収差とともに補正可能とでき、部品点数の削減が可能になる。

【0136】また、請求項142の光学系は、前記レンズの屈折面形状が非球面であることを特徴とするものである。

【0137】また、請求項143の光学系は、前記レンズが、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の最大波長と最小波長との間の波長である或る1つの波長の光に

73

に対する回折光の回折効率を、前記最大波長および前記最小波長の光に対する回折光の回折効率よりも大きくすることを特徴とするものである。

【0138】また、請求項144の光学系は、前記レンズが、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の最大波長または最小波長の光に対する回折光の回折効率を、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の最大波長と最小波長との間の波長である光に対する回折光の回折効率よりも大きくすることを特徴とするものである。前記【0139】また、請求項145の光学系は、前記【0139】また、請求項145の光学系は、前記「回折パター」ともいう。）の正負の符号が、光軸と垂直に光軸から離れる方向において少なくとも1回切り替わることであることを特徴とするものである。

【0140】請求項145によると、レンズの前記回折面に付加される回折パワーの正負の符号が、光軸と垂直に光軸から離れる方向において少なくとも1回切り替わることによって、球面収差の波長変動を抑制することができる。

【0141】また、請求項146の光学系は、前記レンズの前記回折面に付加される回折パワーが、光軸と垂直に光軸から離れる方向において負から正に1回切り替わることであることを特徴とするものである。

【0142】請求項146によると、レンズの前記回折面に付加される回折パワーが光軸と垂直に光軸から離れる方向において負から正に1回切り替わることによって、例えば、CD系及びDVD系とも対物レンズに平行に光束が入射する場合、情報記録媒体の透明基板の厚さの違いによる球面収差への影響を回折面の輪帯ピッチを過小にすることなく、効率よく補正することができる。

【0143】回折パターに關し、特に、屈折作用と回折作用とを有する光学面を備えた光学素子、言い換えれば屈折作用を有する光学面上に回折面が設けられたが如き光学素子の場合、回折面の作用により、ベースとなる屈折面の屈折作用に対して、光束を収束あるいは発散させる作用が付加される。このとき近軸領域に限らず実際の有限の高さの光線に対して、収束させる作用が付加される時、本発明においては回折面の所定の位置が正の回折パワーを有するとし、発散させる作用が付加される時、負の回折パワーを有するとしている。

【0144】また、請求項147の光学系は、前記回折面が光軸方向から見ても複数の輪帯からなり、この複数の輪帯が光軸または光軸近傍の点を中心としたほぼ同心円状に形成されていることを特徴とするものである。すなわち、請求項147の回折面は、例えば特開平6-242373号公報に記載されているように、光軸から離れるにしたがってレンズ厚が厚くなる方向へ離れつつある輪帯として階段状に形成されたものである。

【0145】また、請求項148の光学系は、前記複数の輪帯の各位置を示す螺旋線で表される位相差関数が、

(38)

74

2乗項以外の少なくとも1つの項に零以外の係数を有することを特徴とするものである。

【0146】請求項148によると、異なる2波長間での球面収差を制御することができる。ここで、制御することができるとは、2波長間で、球面収差の差を極めて小さくすることもできるし、光学的仕様に必要な差を設けることも可能であるということを意味する。

【0147】また、請求項149の光学系は、前記複数の輪帯の各位置を示す螺旋線で表される位相差関数が、2乗項に零以外の係数を有することを特徴とするものである。

【0148】請求項149によると、近軸領域での色収差の補正を有効に行うことができる。

【0149】また、請求項150の光学系は、前記複数の輪帯の各位置を示す螺旋線で表される位相差関数が、2乗項を含まないことを特徴とするものである。

【0150】請求項150によると、位相差関数が2乗項を含まないことによって、回折面の近軸パワーが0となり、4次以上の項だけを用いるので、回折輪帯のピッチが過小とならずに球面収差を制御することができる。

【0151】また、請求項151の光学系は、前記1以上の光学素子の中に対物レンズを含んでおり、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光（波長λ）のそれぞれに対して、結像面上での球面収差が、前記対物レンズの像側の所定開口数内では0.07λrms以下であることを特徴とするものである。

【0152】請求項151によると、球面収差が対物レンズの像側の所定開口数内ではマレシャルの許容値である0.07λrms以下であるので、球面収差が十分小さい優れた光学特性を得ることができる。

【0153】また、請求項152の光学系は、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうちの1つの波長λ1が±10nmの範囲内で変動しても、結像面上での球面収差が、前記対物レンズの像側の所定開口数内では0.07λ1rms以下であることを特徴とするものである。

【0154】請求項152によると、波長λ1が±10nmの範囲内で変動しても、球面収差が十分小さい優れた光学特性を得ることができる。

【0155】また、請求項153の光学系は、前記互いに異なる少なくとも2つの波長のうち、波長λ2の光と、前記対物レンズの像側の所定開口数が前記波長λ2の光に関する所定開口数よりも大きい別波長の光とに対して、前記別波長の光に関する所定開口数内では前記波長λ2の光の結像面上での球面収差が0.07λ2rmsより大であることを特徴とするものである。

【0156】請求項153によると、波長λ2の光の波面収差が別波長の光に関する所定開口数（波長λ2の光に関する所定開口数よりも大きい）内では0.07λ2rms以上と大きいために、波長λ2の光について適切な

(41)

⁷⁹
ズの像側の所定開口数内では、 $0.07\lambda_1 \text{rms}$ 以下であることを特徴とする。

【0196】また、請求項193の光ビックアップ装置は、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長 λ_1 、 λ_2 の光と、前記対物レンズの像側の所定開口数が前記波長 λ_2 の光に関する所定開口数よりも大きい別波長の光に対して、前記別波長の光に関する所定開口数内では前記波長 λ_1 の光の結像面上での波面収差が $0.07\lambda_2 \text{rms}$ より大であることを特徴とする。

【0197】また、請求項193の光ビックアップ装置は、前記別波長の光に関する所定開口数内では前記波長 λ_2 の光の結像面上での波面収差が $0.10\lambda_2 \text{rms}$ 以上であることを特徴とする。

【0198】また、請求項194の光ビックアップ装置は、前記別波長の光に対する所定開口数を $\text{NA}1$ とし、前記波長 λ_2 の光に対する所定開口数を $\text{NA}2$ としたとき、 $\text{NA}1 > \text{NA}2 > 0.5 \times \text{NA}1$ を満足することを特徴とする。

【0199】また、請求項195の光ビックアップ装置は、前記対物レンズには、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長のうち、少なくとも1つの波長の光に対して平行光線が入射され、別の少なくとも1つの波長の光に対して非平行光線が入射されることを特徴とする。

【0200】また、請求項196の光ビックアップ装置は、前記対物レンズには、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光に対して平行光線が入射されることを特徴とする。

⁸⁰
【0201】また、請求項197の光ビックアップ装置は、前記対物レンズには、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光に対して非平行光線が入射されることを特徴とする。

【0202】また、請求項198の光ビックアップ装置は、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長に対して長い方の波長を λ_3 とし、前記波長 λ_3 の光に対する前記対物レンズの像側の所定開口数を NA としたとき、前記波長 λ_3 と短い方の波長間の軸上色収差が $-\lambda_3 / (2\text{NA}2)$ 以上かつ $\lambda_3 / (2\text{NA}2)$ 以下であることを特徴とする。

⁸¹
【0203】また、請求項199の光ビックアップ装置は、前記少なくとも2つの光源から出力される異なる2つの波長の光が、透明基板の厚さが異なる情報記録媒体に対してそれぞれ用いられることを特徴とする。

【0204】また、請求項200の光ビックアップ装置は、前記対折面が光軸方向から見て複数の輪郭からなり、この複数の輪郭が光軸または光軸近傍の点を中心としたほぼ同心円状に形成されており、前記対物レンズの像側の最大開口数内に対応する前記輪郭のピッチ P_f と、前記最大開口数内の $1/2$ の開口数に対応する前記

輪郭のピッチ P_h との間に次の関係が成立することを特徴とする。

$$0.4 \leq |(P_h/P_f) - 2| \leq 2.5$$

【0205】請求項200に於いて、上述の関係式の下限以上であるとき、高次の球面収差を補正する回折的作用が弱まることなく、従って、透明基板の厚さが異なることによって生じる2波長間の球面収差の差を回折の作用で補正できる。また、上限以下であると、回折輪郭のピッチが過小となる箇所が生じなくなり、回折効率の高いレンズを製造することが可能となる。また、上記関係式は、

$$0.8 \leq |(P_h/P_f) - 2| \leq 6.0$$

が好ましく、

$$1.2 \leq |(P_h/P_f) - 2| \leq 2.0$$

が更に好ましい。

【0206】また、請求項201の光ビックアップ装置は、前記少なくとも2つの光源が、3つの光源であることを特徴とする。

【0207】また、請求項202の光ビックアップ装置は、前記3つの光源から出力される異なる3つの波長の光をそれぞれ λ_1 、 λ_2 、 λ_3 ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$)とし、且つ、これら異なる3つの波長の光のそれぞれに関する前記対物レンズの像側の所定開口数をそれぞれ $\text{NA}1$ 、 $\text{NA}2$ 、 $\text{NA}3$ とするとき、

$$0.60 \leq \text{NA}1, \quad 0.60 \leq \text{NA}2, \quad 0.40 \leq \text{NA}3 \leq 0.50$$

を満足することを特徴とする。

【0208】また、請求項203の光ビックアップ装置は、前記所定開口数のうち最も小さな所定開口数より外側において前記対物レンズに入射する光の少なくとも一部を遮蔽することが可能なフィルタが設けられていることを特徴とする。

【0209】また、請求項204の光ビックアップ装置は、前記異なる2つの波長の光のそれぞれに対して前記所定開口数となるような開口制限手段を有することを特徴とする。

【0210】また、請求項205の光ビックアップ装置は、前記異なる2つの波長の光の一方に対して前記所定開口数となるような開口制限がないことを特徴とする。例えば、具体的には最大開口数は開口制限を有し、それより小さい所定開口数に対しては開口制限を設けられないようにする。これにより波長選択性を有するフィルタ等の開口制限手段を必要とすることができ、より安価で小型化が可能となる。

【0211】また、請求項206の光ビックアップ装置は、前記1以上の光学素子の中に対物レンズを含んでおり、前記対物レンズは、前記互いに異なる波長の光を前記情報記録媒体上にそれぞれ集光する際に共通に使用されることを特徴とする。

⁸²
【0212】また、請求項207の光ビックアップ装置

は、前記少なくとも3つの光源と前記対物レンズとが一体化されたユニットが、前記情報記録媒体の主面に対して少なくとも平行に運動されることを特徴とする。

【0213】また、請求項208の光ビックアップ装置は、前記ユニットが前記情報記録媒体の主面に対して垂直に運動されることを特徴とする。

【0214】また、請求項209は、上述の光ビックアップ装置を搭載しており、音声および画像の少なくともいずれか一方を記録または再生することが可能であることを特徴とする情報再生装置である。

【0215】また、請求項210のレンズは、情報記録媒体に対する情報の記録および再生の少なくともいずれか一方に用いられ、屈折パワーを有するともに少なくとも一方の光学面に回折面を有するレンズにおいて、前記回折面で付加される回折パワーの正負の符号が、光軸と垂直に光軸から離れた方向において少なくとも1回切り替わる。

【0216】また、請求項211のレンズは、上述の請求項74のレンズにおいて、前記回折面はプレーズ化された複数の回折輪郭を有し、光軸に近い側の回折輪郭ではその段差部が光軸から離れた側に近い側に位置することを特徴とするものであり、また、請求項212のレンズは、前記回折面はプレーズ化された複数の回折輪郭を有し、光軸に近い側の回折輪郭ではその段差部が光軸に近い側に位置し、光軸から離れた側の回折輪郭ではその段差部が光軸から離れた側に位置することを特徴とする。

【0217】また、請求項213は、情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内に適用可能な光学素子であって、互いに異なる少なくとも2つの波長の光が使用される前記情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内に用いた際、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対して、同じ波数の回折光を選択的に発生する回折面を有していることを特徴とする光学素子である。

【0218】また、請求項214は、情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内の対物レンズとして適用可能なレンズであって、互いに異なる少なくとも3つの波長の光が使用される前記情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内の対物レンズとして用いた際、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対して、同じ波数の回折光の回折効率を有する回折面を有していることを特徴とするレンズである。

【0219】また、請求項215は、情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内に適用可能な光学素子であって、互いに異なる少なくとも2つの波長の光が使用される前記情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内に用い

(42)

⁸²

た際、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対してそれぞれ特定波数の回折光を選択的に発生する回折面が、少なくとも一方の光学面のほぼ全面に形成されていることを特徴とする光学素子である。

【0220】また、請求項216は、情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内の対物レンズとして適用可能なレンズにおいて、互いに異なる少なくとも2つの波長の光が使用される前記情報記録媒体に対する情報の記録および/または再生のための光学系内の対物レンズとして用いた際、前記互いに異なる少なくとも2つの波長の光に対してそれぞれ特定波数の回折光を選択的に発生する回折面が、少なくとも一方の光学面のほぼ全面に形成されていることを特徴とするレンズである。

【0221】また、請求項217の光ディスク用回折光学系は、波長の異なる2つの光源を有し、同一の光学系によって記録再生を行う記録再生用光学系において、該光学系は回折面上に回折輪郭レンズを設けた光学面を含み、波長の相違によって回折面において生じる収差と回折輪郭レンズによって生じる収差とを相殺させ、該相殺に用いられる回折光は、2つの光源波長に対して同波数の回折光であることを特徴とする。

【0222】上述のように、この回折光学系は、回折面上に回折輪郭レンズを設けた光学面を含み、異なる2波長の光源の各々に対して、ある1つの同波数の回折光と屈折面とによる球面収差を相殺させることにより、回折面とほぼ同等の、無収差に矯正したことを特徴とする。該同波数の回折光は、1次回折光であることが好ましい。

【0223】2つの光源のそれぞれの波長に対し、本発明のように同波数の回折光を対応させる方法は、異なる波数の回折光を対応させる場合に比べて、総合的に光量の損失が小さいという利点を有する。例えば、 780 nm と 635 nm の2つの波長を用いる場合、両波長光に1次回折光を用いる方が、何れかの波長に1次回折光を用い他方の波長に0次回折光を用いるより、総合的に光量の損失が少ない。また、両波長光に同波数の回折光を用いる場合、高次の回折光を用いるよりも、1次回折光を用いた方が光量の損失が少ない。

【0224】また、請求項218の光ディスク用回折光学系は、上記相殺する収差は球面収差および/または色収差であることを特徴とする。

【0225】また、請求項219の光ディスク用回折光学系は、上記同波数の回折光は、1次回折光であることを特徴とする。

【0226】また、請求項220の光ディスク用回折光学系は、異なる2波長の光源は、それぞれ透明基板厚みが異なる光ディスクに対応するものであることを特徴とする。

⁸³
【0227】また、請求項221の光ディスク用回折光

(45)

87
の光軸を中心とした輪帯状に形成され、輪帯の位置を表す位相関数が、羣経数の2乗以外の項の係数を含むことを特徴とするが、羣経数の2乗の項の係数を含み、あるいは含まないことができる。また、上記回折面は、上記第1光源、第2光源、第3光源各々に対し、その両端若しくは中間域の波長において、回折光の回折効率を最大とすることが好ましい。また、上記対物レンズは、少なくとも一面が非球面であり、回折面で球面収差をアンダーに補正し、非球面で球面収差をオーバーに補正することによって、上記の性能を持たせることができる。

10
【0259】また、請求項246の光ビックアップ装置は、前記回折面は、前記対物レンズの両面に形成したことを特徴とする。

【0260】また、請求項247の光ビックアップ装置は、前記同一次数の回折光は、1次回折光であることを特徴とする。

【0261】また、請求項248の光ビックアップ装置は、前記回折面は、対物レンズの光軸を中心とした輪帯状に形成され、輪帯の位置を表す位相関数が、羣経数の2乗以外の項の係数を含むことを特徴とする。

20
【0262】また、請求項249の光ビックアップ装置は、前記回折面は、対物レンズの光軸を中心とした輪帯状に形成され、輪帯の位置を表す位相関数が、羣経数の2乗の項の係数を含むことを特徴とする。

【0263】また、請求項250の光ビックアップ装置は、前記回折面は、対物レンズの光軸を中心とした輪帯状に形成され、輪帯の位置を表す位相関数が、羣経数の2乗の項の係数を含まないことを特徴とする。

【0264】また、請求項251の光ビックアップ装置は、前記第1光源、第2光源、第3光源各々に対し、その両端若しくは中間域の波長において、回折光の回折効率を最大であることを特徴とする。

【0265】また、請求項252の光ビックアップ装置は、前記対物レンズの少なくとも一つが非球面であり、回折面で球面収差をアンダーに補正し、非球面で球面収差をオーバーに補正したことを特徴とする。

【0266】また、請求項253に係る発明は、前記第1光源、第2光源、第3光源を有する請求項244～252のいずれかに記載の光ビックアップ装置を搭載したことを特徴とする音声および/または画像の記録、および/または、音声および/または画像の再生装置である。

【0267】また、請求項254の対物レンズは、光源から出射した光を集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光源、第2光源、第3光源を有する波長 $\lambda 1$ の第1光源、第2光情報記録媒体を記録/再生する波長 $\lambda 2$ の第2光源、第3光情報記録媒体を記録/再生する波長 $\lambda 3$ の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録/再生を行う光ビックアップ装置に使用される対物レンズにおいて、前記第1の光源および第2の光源からの出射光束の光

88

て、前記対物レンズの少なくとも一面に、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光により回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下に球面収差を補正した回折面を形成したことを特徴とする。

【0268】また、請求項255の対物レンズは、光源から出射した光を集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録/再生する波長 $\lambda 1$ の第1光源、第2光情報記録媒体を記録/再生する波長 $\lambda 2$ の第2光源、第3光情報記録媒体を記録/再生する波長 $\lambda 3$ の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録/再生を行う光ビックアップ装置に使用される対物レンズにおいて、対物レンズの少なくとも一面に、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光を使用し、少なくとも一つの光情報記録媒体に対して、実使用上の開口まで回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下に球面収差を補正し、その外側の部分については収差をフレアとしたことを特徴とする。

【0269】また、請求項256の光ビックアップ装置は、光源から出射した光を集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録/再生する波長 $\lambda 1$ の第1光源、第2光情報記録媒体を記録/再生する波長 $\lambda 2$ の第2光源、第3光情報記録媒体を記録/再生する波長 $\lambda 3$ の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録/再生を行う光ビックアップ装置において、集光光学系の少なくとも一面に、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光により回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下に球面収差を補正した回折面を形成したことを特徴とする。

【0270】また、請求項257の光ビックアップ装置は、光源から出射した光を集光光学系で光情報記録媒体の透明基板を介して情報記録面に集光させ、互いに波長の異なる第1光情報記録媒体を記録/再生する波長 $\lambda 1$ の第1光源、第2光情報記録媒体を記録/再生する波長 $\lambda 2$ の第2光源、第3光情報記録媒体を記録/再生する波長 $\lambda 3$ の第3光源とを有し、光情報記録媒体の記録/再生を行う光ビックアップ装置に使用される光ビックアップ装置において、集光光学系の少なくとも一面に、各光情報記録媒体に対してある同一次数の回折光を使用し、少なくとも一つの光情報記録媒体に対して、実使用上の開口まで回折限界とほぼ同程度あるいはそれ以下とし、その外側の部分については収差をフレアとした回折面を設けたことを特徴とする。

【0271】また、請求項258の光ビックアップ装置は、波長 $\lambda 1$ の第1の光源と、波長 $\lambda 2$ ($\lambda 2 \neq \lambda 1$) の第2の光源と、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、それぞれの光源からの光を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、前記第1の光源および第2の光源からの出射光束の光

(46)

89
情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのm次回折光 (但し、mは0を除く1つの整数) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが $t 1$ の第1光情報記録媒体を記録および/または再生し、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからのn次回折光 (但し、 $n = m$) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが $t 2$ (ただし、 $t 2 \neq t 1$) の第2光情報記録媒体を記録および/または再生する。

90
【0272】また、請求項259の光ビックアップ装置は、前記第1および第2の光源の波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ が $\lambda 1 < \lambda 2$ であり、前記透明基板の厚さ $t 1$ 、 $t 2$ が $t 1 < t 2$ の関係で使用される光ビックアップ装置であって、前記mおよびn次回折光は共に+1次回折光であることを特徴とする。

【0273】また、請求項260の光ビックアップ装置は、前記第1および第2の光源の波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ が $\lambda 1 < \lambda 2$ であり、前記透明基板の厚さ $t 1$ 、 $t 2$ が $t 1 > t 2$ の関係で使用される光ビックアップ装置であって、前記mおよびn次回折光は共に-1次回折光であることを特徴とする。

【0274】また、請求項261の光ビックアップ装置は、請求項258の装置において、透明基板の厚さが $t 1$ の第1光情報記録媒体を波長 $\lambda 1$ の第1の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの回折パターンは、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の必要開口数をNA1、透明基板の厚さを $t 2$ (ただし、 $t 2 > t 1$) の第2光情報記録媒体を波長 $\lambda 2$ (ただし、 $\lambda 2 > \lambda 1$) の第2の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの回折パターンは、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の必要開口数をNA2 (ただし、NA2 < NA1) としたとき、前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回折対称であり、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の必要開口数がNAH1の光束に変換され、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の必要開口数をNAL1の光束に変換され、

91
NAH1 < NA1
 $0 \leq \text{NAL1} \leq \text{NA2}$ の条件を満足することを特徴とする。

【0275】また、請求項262の光ビックアップ装置は、請求項258の装置において、透明基板の厚さが $t 1$ の第1光情報記録媒体を波長 $\lambda 1$ の第1の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの回折パターンは、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の必要開口数がNAL1の光束に変換され、

92
NAH1 < NA1
 $0 \leq \text{NAL1} \leq \text{NA2}$ の条件を満足することを特徴とする。

【0276】また、請求項263の光ビックアップ装置は、請求項258の装置において、透明基板の厚さが $t 1$ の第1光情報記録媒体を波長 $\lambda 1$ の第1の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの回折パターンは、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の必要開口数をNA1、透明基板の厚さを $t 2$ (ただし、 $t 2 > t 1$) の第2光情報記録媒体を波長 $\lambda 2$ (ただし、 $\lambda 2 > \lambda 1$) の第2の光源で記録

93
および/またはは再生するために必要な前記対物レンズの回折パターンは、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の必要開口数をNAL1の光束に変換され、

94
NAH1 < NA2
 $0 \leq \text{NAL1} \leq \text{NA1}$ の条件を満足することを特徴とする。

【0276】また、請求項263の光ビックアップ装置は、請求項258の装置において、透明基板の厚さが $t 1$ の第1光情報記録媒体を波長 $\lambda 1$ の第1の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの回折パターンは、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の必要開口数をNA1、透明基板の厚さを $t 2$ (ただし、 $t 2 < t 1$) の第2光情報記録媒体を波長 $\lambda 2$ (ただし、 $\lambda 2 > \lambda 1$) の第2の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの回折パターンは、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の必要開口数をNA2 (ただし、NA2 < NA1) としたとき、前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回折対称であり、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の必要開口数がNAH1の光束に変換され、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の必要開口数をNAL1の光束に変換され、

95
NAH1 < NA1
 $0 \leq \text{NAL1} \leq \text{NA2}$ の条件を満足することを特徴とする。

【0277】また、請求項265の光ビックアップ装置は、請求項258の装置において、透明基板の厚さが $t 1$ の第1光情報記録媒体を波長 $\lambda 1$ の第1の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの回折パターンは、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の必要開口数をA1、透明基板の厚さを $t 2$ (ただし、 $t 2 < t 1$) の第2光情報記録媒体を波長 $\lambda 2$ (ただし、 $\lambda 2 > \lambda 1$) の第2の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの回折パターンは、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の必要開口数をNAL1の光束に変換され、

96
NAH1 < NA1
 $0 \leq \text{NAL1} \leq \text{NA2}$ の条件を満足することを特徴とする。

【0277】また、請求項265の光ビックアップ装置は、請求項258の装置において、透明基板の厚さが $t 1$ の第1光情報記録媒体を波長 $\lambda 1$ の第1の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの回折パターンは、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の必要開口数をA1、透明基板の厚さを $t 2$ (ただし、 $t 2 < t 1$) の第2光情報記録媒体を波長 $\lambda 2$ (ただし、 $\lambda 2 > \lambda 1$) の第2の光源で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの回折パターンは、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の必要開口数をNAL1の光束に変換され、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の必要開口数をNAL1の光束に変換され、

(49)

95
折光となるように第2の回折パターンを設定したことを特徴とする。

【0299】また、請求項286の光ビックアップ装置は、請求項268、272または276の装置においては、前記回折パターンを外側に、第2の回折パターンを透過し、前記第2光源からの光は第2回折パターンで+1次光となり、前記集光位置に集光されるように、前記第2の回折パターンを設定したことを特徴とする。

【0300】また、請求項287の光ビックアップ装置は、請求項265、267、269、271、273または275の装置において、前記第1の光源から出た光と、前記第2の光源からの出射光とを合成する出力光と、前記第2の光源からの出射光とを合成する出力光とを出力する光合波手段と光情報との出力する光合波手段とを含み、前記合波手段と光情報との間に、第1光源からの光は透過し、第2光源からの光は透過する光素子を有する光素子とを特徴とする。

【0301】また、請求項288の光ビックアップ装置は、請求項266、268、270、274または276の装置において、前記第1の光源からの出射光束と、前記第2の光源からの出射光束とを合致することの出来る光合波手段とを含み、前記合波手段と光情報記録媒体との間に、第2光源からの光束は透過し、第1光源からの光束のうち、前記回折パターンとの光軸とは反対側の領域を通過する光束を透過させない開口制限手段を有することを特徴とする。

【0302】また、請求項289の光ビックアップ装置は、請求項287の装置において、前記開口制限手段は、第1光源からの光束は透過し、第2光源の光束のうち、前記回折パターンの光軸とは反対側の領域を透過する光束を反射または吸収する輪着フィルターであることを特徴とする。

【0303】また、請求項2900の光ビックアップ装置は、請求項288の装置において、第2光源からの光束は透過し、第1光源の光束のうち、前回折回パターンでの光軸とは反対側の領域を通過する光束を反射または吸収する輪帯フィルタであることを特徴とする。

【304】また、請求項291の光ビックアップ装置は、請求項287の装置において、前記開口制限手段は、第1光源からの光束は透過し、第2光源の光束のうち、前記回折パターン₁の光軸とは反対側の領域を通過する光束を回折させる離散フィルタであることを特徴とする。

【0305】また、請求項292の光ビックアップ装置は、請求項288の装置において、前記開口制限手段は、第2光源からの光束は透過し、第1光源の光束のうち、前記回折パターンとの光軸とは反対側の傾斜を通過する光束を回折させる回折フィルタであることを特徴とする。

96

【0306】また、請求項293の光ピックアップ装置は、請求項258～292の何れか1項の装置において、光検出器は、第1の光源と第2の光源に対して共通であることを特徴とする。

【0307】また、請求項294の光ピックアップ装置は、請求項258～292の何れか1項の装置において、光検出器は、第1の光源用の第1の光検出器と第2の光源用の第2の光検出器とを各別に備え、それぞれ空間的に離れた位置にあることを特徴とする。

【0308】また、請求項299の光ビックアップ装置は、請求項294の装置において、少なくとも、第1の光源と第1の光検出器もしくは第2の光源と第2の光検出器の一对がユニット化されていることを特徴とする。

【0309】また、請求項299の光ビックアップ装置は、請求項293の装置において、前記第1の光源、第2の光源および共通の光検出器（単一の光検出器）とは、ユニット化されていることを特徴とする。

【0310】また、請求項297の光ビックアップ装置は、請求項294の装置は、光検出器は、第1の光源用第1の光検出器と第2の光源用の第2の光検出器とが別であり、第1の光源と第2の光源と第1の光検出器と第2の光検出器は、ユニット化されていることを特徴とする。

【0311】また、請求項298の光ピックアップ装置は、請求項258～297の何れか1項の装置において、さらに光ディスクからの透過光を検出する光検出器を設けたことを特徴とする。

[0312] また、請求項 299 の光ビックアップ装置は、波長 λ_1 の第 1 の光源と、波長 λ_2 (ただし、 $\lambda_1 \neq \lambda_2$) の第 2 の光源と、前記第 1 の光源からの出射光束と、前記第 2 の光源からの出射光束とを合成することを出発点として、少なくとも一つの面に回折パターンを有する回折光学素子と、それぞれ光源からの光束の異なる合成手段と、少なくとも一つの面から一層の厚さを持つ透明な被覆層とを備える。

を元情報記録媒体から読み出すことにより、(素)光線と透明基板との間に透明基板および第2の光源とを対物レンズと、前記第1の光源および第1の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光させる光検出器とを備え、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンから m 次回折光（但し、 m は0を除く1つの整数）を少なくとも利用することによって、透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を記録しておよび／または再生し、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンから n 次回折光（ただし、 $n = m$)を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さを記録おおよび／または再生することと特徴とする。

【0313】また、請求項300の光ピックアップ装置は、請求項299の装置において、前記第1および第2の光源の波長 λ_1 、 λ_2 が $\lambda_1 < \lambda_2$ であり、前記透明

97

基板の厚さ t_1 、 t_2 が $t_1 < t_2$ の関係で使用される光ピックアップ装置であって、前記 m および n 次回折光は共に $+1$ 次回折光であることを特徴とする。

【0314】また、請求項301の光ビックアップ装置は、請求項299の装置において、前記第1および第2の光源の波長 λ_1 、 λ_2 が $\lambda_1 < \lambda_2$ であり、前記透明基板の厚さ t_1 、 t_2 が $t_1 > t_2$ の関係で使用される光ビックアップ装置であって、前記 m および n 次回折光は共に -1 次回折光であることを特徴とする。

【0315】また、請求項302の光ピックアップ装置は、請求項299、300または301の装置において、前記回折光学素子と対物レンズは一体に駆動されることを特徴とする。

【0316】また、請求項303の光ビックアップ装置は、請求項258～302の装置において、第1の回折パターンの光軸方向の深さは、 $2\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

【0317】また、請求項304の光ビックアップ装置を用いて物像レンズは、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、波長 λ_1 の光束が入射した際に、少なくとも前記波長 λ_1 からのm次回折光（ただし、mは0を除く1つ以上の整数）が第1の集光位置に集光され、波長 λ_2 の光束が入射した際に、少なくとも前記波長 λ_2 からのn次回折光（ただし、nは0を除く1つ以上の整数）が第2の集光位置に集光されることを特徴とする。

【0318】また、請求項305の光ビックアップ装置用対物レンズは、前記最長 1λ 、 $1.2g$ が $1 < 1.2g$ であり、前記第1の集光位置が透明基板の厚さ 1 の第1光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記第2の集光位置が透明基板の厚さ 1.2 の第2光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記第3の集光位置が透明基板の厚さ 1.2 の第2光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記第4の集光位置が透明基板の厚さ 1.1 、 1.2 が $1 < 1.2$ の間係であるとき、前記最長 1λ および n 次回折光は共に 1 と 1 次回折光であるときとを特徴とする。

【0319】また、請求項306の光ビックアップ装置用対物レンズは、前記基板1、2が $1 < \lambda/2$ であり、前記第1の集光位置が透明基板1の第1光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記第2の集光位置が透明基板2の第2光情報記録媒体に対する集光位置であり、前記第1基板の厚さ t_1 、 t_2 が $1 > t_2$ の関係であるとき、前記基板1および n 次回折光率は共に -1 次回折光率であることを特徴とする。

【0320】また、請求項307の光ビックアップ装置
用対物レンズは、少なくとも1つの面に回折パターンを
有し、波長 λ 1の光束が入射した際には、少なくとも前
記回折パターンからのm次の光の強度は、 m は0を除
く1つ以上の整数が透明基体の厚さ t の第1光情報記録
媒体を記録および/または発生することによって利用される集
光位置を有し、波長 λ 2（ただし、 λ 2 $\neq\lambda$ 1）の光束
が入射した際には、少なくとも前記回折パターンからの

(50)

98 n 次回折光 (ただし, $n = m$) が透明基板の厚さ t 2 (ただし, $t \neq t_1$) の第 2 光情報記録媒体を記録および/または再生することに利用される集光位置を有することを特徴とする。

【0321】また、請求項308の光ビックアップ装置を用いた物レンズは、請求項307の対物レンズにおいて、前記透長 λ_1 、 λ_2 が $\lambda_1 < \lambda_2$ であり、前記透明基板の厚さ t_1 、 t_2 が $t_1 < t_2$ の関係であるとき、前記 m 次および n 次回折光は共に $+1$ 次回折光であることを特徴とする。

【0322】または、請求項309の光ピックアップ装置に用いた物レンズは、請求項307の物レンズにおいて、前記透射率 λ_1 、 λ_2 が $\lambda_1 < \lambda_2$ であり、前記透明基板の厚さ t_1 、 t_2 が $t_1 > t_2$ の関係であるとき、前記 m および n 次回折光は共に n 次回折光であることを特徴とする。

【0323】また、請求項31の光ピックアップ装置において、請求項30の対物レンズにおいて、透明基板の厚さが t の第1光情報記録媒体を波長 λ_1 の第1光源で記録および/または再生するための必要開口数を NA_1 、透明基板の厚さが t （ただし、 $t > t_1$ ）の第2光情報記録媒体を波長 λ_2 （ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$ ）の第2光源で記録および/または再生するために必要開口数を NA_2 （ただし、 $NA_2 < NA_1$ ）としたとき、前記対物レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは、光軸に対して回照対称であり、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体の開口数が NA_H1 の光束に変換され、前記第1の光源からの円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体の開口数が NA_L1 の光束に変換され、

$$\begin{aligned} \text{NAH1} &< \text{NA1} \\ 0 &\leq \text{NAL1} \leq \text{NA2} \end{aligned}$$

の条件を満足することを特徴とする。

【0324】また、請求項311の光ビックアップ装置を用いて対物レンズは、請求項308の対物レンズにおいて、透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を波長 λ の第1光源で照射および、または再生するために必要となる前記対物レンズの光情報記録媒体面の必要開口数をNとするとき、 $N > \frac{1}{\lambda}$ としたとき、前記対物レンズA1、透明基板の厚さが t_2 （ただし、 $t_2 > t_1$ ）の第2光情報記録媒体を波長 λ （ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$ ）の第2光源で照射および、または再生するために必要となる前記対物レンズの光情報記録媒体面の必要開口数をNとするとき、前記対物レンズA2（ただし、 $NA_2 > NA_1$ ）としたとき、前記対物レンズの少なくとも1つの面に形成された回折パターンは、光軸に対して回転対称であり、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れる部分の径が、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸から離れた部分の径より小さいことを特徴とする。

99

れた円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAH1の光束に変換され、前記第1の光面からの光束の前記対物レンズの回折パターンの最も光軸側の円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数

がNAL1の光束に変換され、

NAH1 < NA2

0 ≦ NAL1 ≦ NA1

の条件を満足することを特徴とする。

【0325】また、請求項312の光ビツクアツツ装置

用対物レンズは、請求項309の対物レンズにおいて、透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を被装 λ_1 の第1の光面で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数をNA1、透明基板の厚さが t_2 (ただし、 $t_2 < t_1$) の第2光情報記録媒体を被装 λ_2 (ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$) の第2の光面で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数をNA2 (ただし、 $NA2 < NA1$) としたとき、前記対物

レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回転対称であり、前記第1の光面からの光束の前記対物レンズの最も光軸から離れた円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数がNAH1の光束に変換され、前記第1の光面からの光束の前記対物レンズの回折パターン

の最も光軸側の円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数

がNAL1の光束に変換され、

NAH1 < NA1

0 ≦ NAL1 ≦ NA2

の条件を満足することを特徴とする。

【0326】また、請求項313の光ビツクアツツ装置

用対物レンズは、請求項309の対物レンズにおいて、透明基板の厚さが t_1 の第1光情報記録媒体を被装 λ_1 の第1の光面で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数をNA1、透明基板の厚さが t_2 (ただし、 $t_2 < t_1$) の第2光情報記録媒体を被装 λ_2 (ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$) の第2の光面で記録および/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数をNA2 (ただし、 $NA2 > NA1$) としたとき、前記対物

レンズの少なくとも1つの面に設けられた回折パターンは光軸に対して回転対称であり、前記第1の光面からの光束の前記対物レンズの回折パターン

の最も光軸側の円周からの-1次回折光は、光情報記録媒体側の開口数

がNAL1の光束に変換され、

NAH1 < NA2

0 ≦ NAL1 ≦ NA1

の条件を満足することを特徴とする。

(51)

100

【0327】また、請求項314の光ビツクアツツ装置用対物レンズは、請求項304~313の何れか1項の対物レンズにおいて、光学面が回折パターン部と屈折部とを含み、回折部と屈折部の境界が $5\mu\text{m}$ 以上の段差を含むことを特徴とする。

【0328】また、請求項315の光ビツクアツツ装置用対物レンズは、請求項304~313の何れか1項の対物レンズにおいて、最も光軸側の回折部の回折パターンの平均深さが $2\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。

【0329】また、請求項316の光ビツクアツツ装置用対物レンズは、請求項315の対物レンズにおいて、最も光軸側の回折部の回折パターンの平均深さが $2\mu\text{m}$ 以下であり、最も光軸とは離れた側の回折部の回折パターンの平均深さは $2\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする。

【0330】また、請求項317の光ビツクアツツ装置用対物レンズは、請求項304~316の何れか1項の対物レンズにおいて、光学面の回折パターンは、光軸部分を含むことを特徴とする。

【0331】また、請求項318の光ビツクアツツ装置用対物レンズは、請求項304~316の何れか1項の対物レンズにおいて、光学面の光軸部が回折パターンを設けず、屈折面であることを特徴とする。

【0332】また、請求項319の光ビツクアツツ装置用対物レンズは、請求項304、305、307、308または310の対物レンズにおいて、光源被装 650nm と 0.6mm の厚さの透明基板を介して情報記録面に所定の結像倍率で結像させたとき、少なくとも開口数 0.6 まで回折限界性能を有し、光源被装 780nm と 1.2mm の透明基板を介して、所定の結像倍率で結像させたとき、少なくとも開口数 0.45 まで回折限界性能を有することを特徴とする。

【0333】また、請求項320の光ビツクアツツ装置用対物レンズは、請求項319の対物レンズにおいて、回折パターンのスラツツ数は、 15 以下であることを特徴とする。

【0334】また、請求項321の光ビツクアツツ装置用対物レンズは、請求項304~320の何れか1項の対物レンズにおいて、回折パターンを設ける光学面は、凸面であることを特徴とする。

【0335】また、請求項322の光ビツクアツツ装置用対物レンズは、請求項321の対物レンズにおいて、上記回折パターンを設けた光学面の屈折部が非球面であることを特徴とする。

【0336】また、請求項323の光ビツクアツツ装置用対物レンズは、請求項322の対物レンズにおいて、上記回折パターンは、少なくとも1つの非球面屈折部を含むことを特徴とする。

【0337】また、請求項324の光ビツクアツツ装置用対物レンズは、請求項304~323の何れか1項の対物レンズにおいて、前記対物レンズが単一レンズからな

101

ることを特徴とする。
【0338】また、請求項325の光ビツクアツツ装置用対物レンズは、請求項324の対物レンズにおいて、前記単一レンズの一方の光学面に前記回折パターンが設けられていることを特徴とする。

【0339】また、請求項326の光ビツクアツツ装置用対物レンズは、請求項324の対物レンズにおいて、前記単一レンズの一方の光学面に前記回折パターンが設けられ、他方の光学面は非球面であることを特徴とする。

【0340】上述のような対物レンズは第1の光面から無収差の平行光束が入射し、第1の光情報記録媒体の透明基板 (厚さ t_1) を通して無収差で収束するように設計された専用対物レンズを使って、この対物レンズに第2の光面から無収差の平行光束が入射し、第2の光情報記録媒体の透明基板 (厚さ t_2 、ただし、 $t_2 > t_1$) を通った場合について検討する。

【0341】入射した平行光に対して、基板のないとき、被装 λ_1 のときのバツクフォーカスを f_{B1} 、被装 λ_2 (ただし、 $\lambda_2 > \lambda_1$) のときのバツクフォーカスを f_{B2} とする。

【0342】このとき、近軸の色収差 Δf_B を $\Delta f_B = f_{B2} - f_{B1}$ で定義すると、対物レンズが屈折型の非球面単一レンズの場合、 $\Delta f_B > 0$ である。

【0343】また、被装 λ_2 のとき第2の光情報記録媒体の透明基板を介して収束したときの近軸焦点位置を基準とした球面収差は、以下の要因によつて0とはならない。

①被装 λ_1 から λ_2 に変わったことによる対物レンズの屈折率の被装 λ 依存性に起因する球面収差。

②第1の光情報記録媒体の透明基板厚 t_1 と第2の光情報記録媒体の透明基板厚 t_2 の差により発生する球面収差。

③第1の光情報記録媒体の透明基板屈折率 n_{d1} (λ_1) と第2の光情報記録媒体の透明基板屈折率 n_{d2} (λ_2) の差異に起因する球面収差。

【0344】対物レンズが屈折型の非球面単一レンズの場合、①の要因による球面収差はオーバートンとなる。②の要因による球面収差もオーバートンとなる。また、 $n_{d2} < n_{d1}$ であり、③の要因による球面収差もオーバートンとなる。

【0345】①~③の要因により発生するオーバートンな球面収差は、④の要因によるものがほとんどで、④がそれに欠けている。④についてはほとんど無視できる。

【0346】前記の前述は、例えば、第1の光情報記録媒体をDVD、第1の光源の被装 λ_1 が 650nm 、第2の光情報記録媒体をCD、第2の光源の被装 λ_2 が 780nm とした場合に相当し、DVD (厚さ $t_1 = 0.6\text{mm}$) とCD ($t_2 = 1.2\text{mm}$) とでは、透明基板の材質は同じであるが厚さが異なる。

(52)

102

【0347】次に、光軸に対して回転対称な回折パターンの+1次回折光について見れば、図113 (b) に示すように、+1次光は、被装 λ が長くなると回折角が大きくなり、より光軸側に回折され、光はよりアツクダ側に曲げられることになる。すなわち、+1次回折光は、被装 λ_1 の第1の光面からの無収差の平行光束が入射した場合と比べて、被装 λ_2 の第2の光面からの無収差の平行光束が入射した場合、近軸の色収差、球面収差をアツクダ側に作用を有する。この作用を利用し、被装 λ_2 で第2の光情報記録媒体の透明基板を介したときの球面収差と、被装 λ_1 で第1の光情報記録媒体の透明基板を介したときの球面収差との差を、回転対称な回折パターンを導入し、その+1次回折光を利用して少なくすることができる。

【0348】第1光情報記録媒体の基板の厚さ t_1 が第2光情報記録媒体の透明基板厚さ t_2 よりも大であるときは、前記④の要因による球面収差はアツクダとなり、同図 (b) のように、生じる近軸の色収差、球面収差がオーバートンになる作用を持つ+1次回折光を利用することによって収差を少なくすることができる。

【0349】本発明において、+1次回折光を利用した場合、被装 λ_1 のときの対物レンズ素材の屈折率を n (λ_1)、被装 λ_2 のときの対物レンズ素材の屈折率を n (λ_2) としたとき、回折パターンの深さは $\lambda_1 / (n(\lambda_1) - 1)$ ないし $\lambda_2 / (n(\lambda_2) - 1)$ となり、屈折率の比較的小さいプラスチック素材を使ったとしても、 $2\mu\text{m}$ 以下であるので、上述の従来のホログラム光学素子やホログラム型ソフツレンズより、回折パターンを一体とした対物レンズの製造が容易である。

【0350】また、請求項327の光ビツクアツツ装置は、被装 λ_1 の第1の光面と、被装 λ_2 ($\lambda_1 \neq \lambda_2$) の第2の光面との間に回折パターンを有し、それぞれの光面からの光束を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、

前記第1の光面及び第2の光面からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前記第1の光面からの光束の前記対物レンズの回折パターンからの n 次回折光 (但し、 n は0を除く1つの整数) を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t_1 の第1の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行い、前記第2の光面からの

光束の前記対物レンズの回折パターンからの m 次光 (但し、 n, m を少なくとも利用することにより、透明基板の厚さが t_2 ($t_2 \neq t_1$) の第2の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともいずれか一方を行う光ビツクアツツ装置であつて、前記対物レンズはプラスチック材料からなり、前記プラスチック材料は温度変化 ΔT (°C) があつたときの屈折率の変化量を Δn としたときに、

$-0.0002/^\circ\text{C} < \Delta n / \Delta T < -0.0005/^\circ\text{C}$

の条件を満足することを特徴とする。

(53)

103

$^{\circ}\text{C}$ の関係を調べたし、前記第 1 の光源は、温度変化 ΔT ($^{\circ}\text{C}$) があつたときの発振波長の変化量を $\Delta \lambda_1$ (nm) としたときに、
 $0.05 \text{ nm}/^{\circ}\text{C} < \Delta \lambda_1 / \Delta T < 0.5 \text{ nm}/^{\circ}\text{C}$ の関係を測つたことを特徴とする。

【0351】請求項32によれば、プラスチックの対物レンズにおける屈折率の温度変化による光ビックアップ装置の特性変動と光源における長さの温度変化による光ビックアップ装置の特性変動とが打ち消しあう方向に作用し、補償効果を得ることができ、温度変動に対して極めて強い光ビックアップ装置を得ることができる。

【0352】また、請求項328の光ビッツアップ装置は、波長 λ_1 の第1の光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 \neq \lambda_2$)の第2の光源と、少なくとも1つの面に反射パターンを有し、それぞれの光源からの光を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光させる対物レンズと、前記第1の光源及び第2の光源からの出射光の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前

前記第1の光源からの光束の屈折対物レンズの回折パターンからの m 次回折光（但し、 m は0を除く1つの整数）を少なくともとも利用することにより、透明基板の厚さが t の第1の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともともいづれ一方を行い、前記第2の光源からの光束の前記回折パターンからの n 次回折光（但し、 $n=m$ ）を少なくともとも利用することにより、透明基板の厚さが t ($2 \neq t \neq 1$) の第2の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくともともいづれ一方を行う光ピックアップ装置であつて、前記波長 λ 、 $\lambda/2$ 及び前記透明基板の厚さ t 、 $t/2$ は、 $1, 2 \geq \lambda/2$

$t_2 > t_1$ の関係にあり、前記第1の光情報記録媒体を前記第1の光源で記録及び/または再生するために必要な前記対物レンズの光情報記録媒体の必要開口数をNA1とし、前記対物レンズのときとの前記対物レンズの焦点距離を f_1 (mm) とし、温度変化が ΔT (°C) あったときに、第1の情報記録媒体の情報記録面に集光された光束の波面収差の3次項差成分の変化量を $\Delta W S$ A_3 (λ rms) としたとき、

$$0.2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C} < \Delta W S A_3 \cdot \lambda_1 / (f \cdot (N A_1) \cdot \Delta T) < 2.2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$$

の関係を満たすことを特徴とする。

【0353】請求項328によれば、上述の閉路式において上限以下であると、環境温度が変化しても光ビックアップ装置としての特性を維持することが容易であり、また下限以上であると、波長だけが変化した場合でも光ビックアップ装置としての特性を維持することが容易である。

【0354】また、請求項329の光ピックアップ装置

104

は、請求項 3 2 7 または 3 2 8 において、前記第 1 の光源と前記対物レンズとの間および前記第 2 の光源と前記対物レンズとの間に少なくとも一つのコリメータを含み、前記第 1 の光源から前記対物レンズに入射する光束および前記第 2 の光源から前記対物レンズに入射する光束が、それぞれ略平行光であることを特徴とする。

【0355】また、請求項330の光ピックアップ装置は、請求項327、328または329において、前記t1が0.55mmから0.65mm、前記t2が1.1mmから1.3mmであり、前記入1が630nmから670nmであり、前記入2が760nmから820nmであることを特徴とする。

【0356】また、請求項331の光ビッツアップ装置は、波長 λ_1 の第1の光源と、波長 λ_2 ($\lambda_2 \neq \lambda_1$)の第2の光源と、少なくとも1つの面に回折パターンを有し、それぞれの光源からの光を光情報記録媒体の情報記録面に透明基板を介して集光せられる対射光の光情報第1の光源および第2の光源からの出射光束の光情報第2の光源を受ける光検出器とを備え、

前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンの m 次の回折光（但し、 m は0を除く1つの整数）を少なくとも1つ利用することにより、透明基板の厚さ及び、 n の第1の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくとも1つを、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンから、 n 次の回折光（但し、 $n=m$ ）を少なくとも1つ利用することにより、透明基板の厚さ及び、 n の第2の光情報記録媒体に対する情報の記録及び再生の少なくとも1つを、前記第1及び第2の光源の少なくとも一方の光源から前記対物レンズへ入射する光束の強度を補正する補正手段を有することを特徴とする。

【0357】請求項331によれば、対物レンズへ入射する光束の発散度を補正することにより、対物レンズを含む光学系全体の3次の球面収差を設計値通りに修正することができる。

[0358] また、請求項 332 の光ビタックアップ装置は、請求項 331 において前記第 1 の光源と前記対物レンズの間および前記第 2 の光源と前記対物レンズの間に少なくとも二つのコリメータを含み、また、請求項 333 の光ビタックアップ装置は、前記補正手段による発散度の補正は、前記第 1 及び/または第 2 の光源と前記少くとも一つのコリメータとの距離を変えることにより行くとともに、前記第 1 の光源と前記少くとも一つの

われを特徴とする前記補正手段による発散度の補正は、前記第1及び/または第2の光源と前記少なくとも一つのコーリメータとの距離を変えることにより行われ、前記光源と前記コーリメータとの距離を特徴とする。前記光源と前記コーリメータとの距離を変えることにより前記少なくとも一つの光源から前記入射する光逆の発散度を補正することができ、

105

【0359】また、請求項334の光ビックアップ装置は、波長 λ_1 の第1の光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 \neq \lambda_2$)の第2の光源と、少なくとも1つの面に回折基板を有する有し、それぞれの光源からの光を回折基板への情報記録面に透過基板を介して照射光をさせる対物レンズと、前記第1の光源及び第2の光源からの出射光束の光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器とを備え、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンから m 次回折光 (但し、 m は0を除く1つの整数) を少なくとも1回利用することにより、透過基板の厚さが t の第1の光情報記録媒体に対する情報の配設及び再生の少なくとも1回を行い、前記第2の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンからの n 回透過 (但し、 $n = m$) を少なくとも1回利用することにより、透過基板の厚さが t ($2 \leq n \leq t$) の第2の光情報記録媒体に対する情報の配設及び再生の少なくとも1回を行い、光ビックアップ装置であって、前記第1の光源及び第2の光源から出力される異なる2つの波長 λ_1 の光のそれぞれに対して、結像面までの面収差が0.07 λ rms以下であることを特徴とする。

【0360】請求項334によれば、第1及び第2の情報記録媒体の記載およびまたは再生において各情報記録媒体と光ピックアップ装置とが互いに光学的に面対して配置され、光ピックアップ装置の特性が良好なものである。また、請求項335の光ピックアップ装置は、請求項258～292、334のいずれか1項に、前記光ピックアップ装置の光源と前記第2の光源とがユニット化され、前記光ピックアップ装置の光源と、前記第1の光源及び前記第2の光源とが共通であることを特徴とする。

【0362】
【発明の実施の形態】以下、本発明の、特に請求項13
7～335に係る好適な実施の形態について、図面を
参照しつつ説明する。

【0363】本発明の第1の実施の形態の光学系は、基本的に両面非球面の屈折レンズであり、一方の非球面には凹折反射面（輪帯状の凹折面）を設けてある。一般に非球面レンズでは、ある主長光に対して球面収差を補正した場合、主長光より短い波長光に対しては球面収差がアンダー（補正不足）となる。これとは逆に、凹折面を有するレンズである凹折反射面では、ある主長光で球面収差を補正した場合、主長光より短い波長で球面収差をオーバー（補正過剰）とすることが可能である。従って、屈折による非球面レンズの非球面係数と、凹折レンズの位相差数の係数を適当に選んで、屈折・凹折の両方で、球面収差を良好に補正することが可能である。

【0364】また、一般に、回折輪帯のピッチは、後述の実施例で詳述する位相差関数若しくは光路差関数を使

(54)

によって定義される。具体的には、位相差関数 Φ_B は単位をラジアンとして以下の (数 1) で表され、光路差関数 Φ_b は単位を mm として (数 2) で表わされる。

【数1】

【数2】

$$\Phi_p = \sum_{i=1}^{\infty} b_{2i} h_{2i}$$

これら2つの表現方法は、単位が異なるが、同相輪帯のピッチを表わす意味では同等である。即ち、主波長 λ (単位mm) に対し、位相差関数の係数Bに、 $\lambda/2\pi$ を掛ければ光路差関数の係数bに換算でき、また逆に光路差関数の係数bに、 $2\pi/\lambda$ を掛ければ位相差関数の係数Bに換算できる。

【0366】今、説明を簡単にする為、1 次回折光を用いる回折レンズについて述べることにすると、光路差が整数なら、回折値が主波長の整数倍を超える毎に輪帯が刻まれ、位相差が 2π の整数倍を超える毎に輪帯が刻まれることになる。

【0367】例えば、屈折パワーのない円筒状の両平面の物体側面に回折輪郭を刻んだレゾネータを想定し、主軸長 $h = 0.5 \mu\text{m}$ 、光路差の2次係数を換算すると $-0.628, 3$ 、他の変数の係数を全て等とすると、第1輪郭の半径は $h = 0.1 \text{ mm}$ であり、第2輪郭の半径は $h = 0.141 \text{ mm}$ ということになる。また、この回折レゾネータの焦点距離 f については、光路差関数の2次係数 $b_2 = -0.05$ に対して、 $f = -1 / (2 \cdot b_2) = 10 \text{ mm}$ となることが知られている。

【10368】今、上記の定義を基にした場合、位相逆閉曲線若しくは光路差四重数の2次係数を等でない値とすることにより、光軸に近い、いわゆる近軸領域での色収差を補正することができ、また、位相逆閉曲線若しくは光路差四重数の2次以外の係数、例えば、4次係数、6次係数、8次係数、10次係数等を零でない値とすることにより、2波長間での表面収差を制御することができる。尚、ここで、制御するということは、2波長間で、表面収差の差を極めて小さくすることもできるし、光学的仕様に必要な差を設けることも可能であるということを意味する。

【0369】上記の具体的な適用としては、光源の2光源からのコリメート光（平行光）を同時に対物レンズに入射させ、光ディスタンス上に結像させるときは、まず、位相差調整若しくは光路差調整の2次係数を使わず、近軸の軸上収差を補正するとともに、位相差調整若しくは

近軸の軸上色収差を補正するとともに、位相差関数若し

(55)

107

くは光路差補数の4次以降の係数を使って球面収差の2波長間での差を許容内にするよう小さくするのがよい。

【0370】また、別の例として、波長の違う2光源からの光を一つの対物レンズを使い、一方の波長の光に対しては、11の厚み（透明基板の厚み）のデイスクに対して収差が補正されるようにし、もう一方の波長の光に

対しては、12の厚みのデイスクに対して収差が補正されるようにする仕様の場合について考える。この場合、主に位相空間数若しくは光路差補数の4次以降の係数を使うことにより、球面収差の2波長間での差を較け、それぞれの厚みに対しては、それぞれの波長で球面収差が補正されるようにすることができる。また、いずれの場合にも屈折面は球面であるよりも非球面であるほうが、2波長間での収差補正をしやすい。

【0371】上記の非球面屈折面は、異なる波長に対してはそれぞれ屈折率が異なり、焦点点が異なるので、それぞれの焦点をそれぞれ基板厚の異なる光デイスクに対応させることができる。この場合、短い方の光源波長は700nm以下であり、長い方の光源波長は600nm以上であり、その波長差が80nm以上であることが好ましい。また、その波長差が400nm以下であることがより好ましく、更に好ましくは、その波長差が100nm以上500nm以下である。そして、屈折面は、異なる波長に對し、ほぼその中間の波長で回折効率が高くなるような波長が望ましいが、どちらか一方の波長で最大の回折効率を有するものであってもよい。

【0372】上記球面収差の補正と同一の作用を利用することにより、光学面上に回折輪帯レンズを設け、異なる2波長の光線の方々に對して、ある1つの同次数の回*

$$\delta f = f \cdot (nR - nD) / (nR - nD)$$

ただし、 nR 、 nD ：それぞれ屈折率、回折面の部分分散で定まる。

$$【0378】 \theta R = (n_x - n_z) / (n_x - n_y)$$

$$【0379】 \theta D = (\lambda_x - \lambda_z) / (\lambda_x - \lambda_y)$$

ただし、 n_z ：波長 λ_z での屈折率

$$【0380】 \text{例として、} \lambda_0 = \lambda_x = 635 \text{ nm, } \lambda_y$$

$$= 780 \text{ nm, } \lambda_z = 650 \text{ nm とし、ベースとなる屈折率の材料を、} n = 1.34, 5, \quad nD = -4.38,$$

$$\theta R = 0.128, \quad \theta D = 0.103 \text{ となり、} \delta f =$$

$$0.18 \times 10^{-3} \text{ f となる。}$$

【0381】また、ベースとなる屈折率の材料をホーヤ社・FD1（ $nD = 2.9.5$ ）に変えてみると、 $nR = 70.5$ 、 $\theta R = 0.136$ となり、 $\delta f = 0.44 \times 10^{-3} \text{ f となる。}$

【0382】このように式(2)においては、右辺分母（ $nR - nD$ ）は「 nD 」が「 nR 」より十分小さいため、屈折率の屈折率を変えることによる色収差 δf の変化にとつては、 nR と nD とは波長によってのみ定

108

*折光により軸上色収差を補正することができる。すなわち、異なる2波長の光源の光に対する軸上色収差を $\pm \lambda / (2NA2)$ の範囲に補正することができる。ただし、 λ は2波長のうち長いほうの波長、 NA は長いほうの波長に対応する像側開口数とする。

【0373】また、上記異なる2波長の光源の波長差が80nm以上であり、対物レンズの材料のフッ素酸を nD としたとき、

$$nD > 50 \quad \dots (1)$$

を満たすことが望ましい。上記条件(1)は、異なる2波長の光源に対して軸上色収差を補正する場合に、2波長の光源を小さくするための条件である。

【0374】次に、薄肉単玉レンズの一方の面に回折面が設けられている場合に、単玉レンズ全体を、回折レンズを外したベースとなる屈折率と回折面との合成と考えたときの合成レンズの色収差について検討する。ある波長 λ_x と波長 λ_y （ $\lambda_x < \lambda_y$ ）とでの色消し条件は次式となる。

$$【0375】 fR \cdot nR + fD \cdot nD = 0$$

ただし、 fR 、 fD ：それぞれ屈折率、回折面の焦点距離

nR 、 nD ：それぞれ屈折率、回折面のフッ素酸で、次式で定まる。

$$nR = (n_0 - 1) / (n_x - n_y)$$

$$nD = \lambda_0 / (\lambda_x - \lambda_y)$$

【0376】ただし、 n_0 ：基層波長での屈折率、 λ_0 ：基層波長

【0377】このとき、ある波長 λ_x に対する色収差 δf は次式となる。

$$\dots (2)$$

まり、右辺分子（ $\theta R - \theta D$ ）は、その変化の寄与が右辺分母（ $nR - nD$ ）に比べて小さい。

【0383】上記により、回折面を有するレンズにおいては、2次スベクトル δf を小さく抑えるには、屈折率の材料としてフッ素酸の大きい材料を選ぶことが有効であることがわかる。条件式(1)は光源の波長変化などに対応できるように、2次スベクトルを抑えるのに有効な境界を示す。

【0384】また、回折面を使用せずに、2種類の材料の屈折率を配合させて色消しを行う場合は、それぞれの材料について、 $\theta R = a + b \cdot nR + \Delta \theta R$

（ a 、 b は定数）を表したとき、 $\Delta \theta R$ は小さく、異常分散性がないならば2次スベクトル δf は2つの屈折率のフッ素酸 nR にはよらない。したがって、式

【0385】本実施の形態の回折レンズを物品に製造するためには、対物レンズをプラスチック材料で構成することが望ましい。条件式(1)を満たすプラスチック材料としては、アクリル系、ポリオレフィン系が用いられるが、耐湿性、耐熱性などから、ポリオレフィン系が好

109

ましい。

【0386】次に、本発明の第2の実施の形態の対物レンズおよびこれを備えた光ビッグアップ装置の構成を具体的に説明する。

【0387】図48に、本実施の形態の光ビッグアップ装置の概略構成図を示す。光ビッグアップ装置により情報記録および/または再生する光情報記録媒体である光デイスク20は、透明基板の厚さ11の第1光デイスク（例えばDVD）及び第2光デイスク（例えば青色レーザ使用世代高密度光デイスク）と、11とは異なる透明基板の厚さ12を有する第3光デイスク（例えばCD）の3種であるとして説明する。ここでは、透明基板の厚さ11=0.6mm、12=1.2mmである。

【0388】図示の光ビッグアップ装置は、光源として第1光源である第1半導体レーザ11（波長 $\lambda_1=610\text{nm} \sim 670\text{nm}$ ）と、第2光源である青色レーザ12（波長 $\lambda_2=400\text{nm} \sim 440\text{nm}$ ）と、第3光源である第2半導体レーザ13（波長 $\lambda_3=740\text{nm} \sim 870\text{nm}$ ）とを有しているとともに、光学系の一部として対物レンズ1を有している。第1光源、第2光源及び第3光源は、情報を記録および/または再生する光デイスク20に亘って選択使用される。

【0389】第1半導体レーザ11、青色レーザ12あるいは第2半導体レーザ13から出射された照射光束は、ビームスプリッタ19および絞り3を介し、光デイスク20の透明基板21を透過して、対物レンズ1によってそれぞれ情報記録面22上に集光され、スポットを形成する。

【0390】各レーザからの入射光は、情報記録面22上の情報ビットによって変調された反射光となり、ビームスプリッタ18、トランスミッタ23を介して共通の光検出器30に入射し、その出力信号を用いて、光デイスク20に記録された情報の読み取り信号、合衆検出信号やトランスミッタ出力信号が得られる。

【0391】また、光路内に設けられている絞り3は、この例においては固定の開口数（ $NA0.65$ ）を有する絞りであり、余分な機構を必要とせず、低コスト化を実現できるものである。なお、第3光デイスクの記録および/または再生時には不要光（ $NA0.45$ 以上）を除くことができるように、絞り3の開口数を可変としてもよい。

【0392】対物レンズ1の光学面に実使用開口の外側の一部の光束を遮蔽するように輪帯状のフィラータを一体化形成することで、実使用開口の外側の光を安面的な構成で容易に除去することも可能である。

【0393】本実施の形態のように有開光収型の光学系を用いる場合には、集光性能を維持するため、光源と集光レンズとの関係を一定に保つ必要があり、合衆やトランスミッタのための移動は、光頭11、12、13と対物レンズ1とを1つのユニットとして行うことが望まし

(56)

110

い。

【0394】次に、本発明の第3の実施の形態の対物レンズおよびこれを備えた光ビッグアップ装置の構成を具体的に説明する。

【0395】図49に、本実施の形態の光ビッグアップ装置の概略構成図を示す。図49の光ビッグアップ装置はレーザ、光検出器およびホログラムをユニット化したレーザ/検出器集積ユニット40を用いた例であり、図48と同じ構成要素は同じ符号で示す。この光ビッグアップ装置においては、第1半導体レーザ11、青色レーザ12、第1の光検出手段31、第2の光検出手段32、ホログラムビームスプリッタ23がレーザ/検出器集積ユニット40としてユニット化されている。

【0396】第1光デイスクを再生する合、第1半導体レーザ11から出射された光束は、ホログラムビームスプリッタ23を透過し、絞り3によって絞られ、対物レンズ1により第1光デイスク20の透明基板21を介して情報記録面22に集光される。そして、情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ1、絞り3を介してホログラムビームスプリッタ23のデイスク側の面で回折され、第1半導体レーザ11に對して第1の光検出手段31上へ入射する。そして、第1の光検出手段31の出力信号を用いて、第1光デイスク20に記録された情報の読み取り信号、合衆検出信号やトランスミッタ出力信号が得られる。

【0397】第2光デイスクを再生する合、青色レーザ12から出射された光束は、ホログラムビームスプリッタ23のレーザ側の面で回折され、上記の第1半導体レーザ11からの光束と同じ光路を取る。すなわち、このホログラムビームスプリッタ23の半導体レーザ側の面は、光合成手段としての機能を果たす。さらに絞り3、対物レンズ1を介して第2光デイスク20の透明基板21を介して情報記録面22に集光される。そして、情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ1、絞り3を介して、ホログラムビームスプリッタ23のデイスク側の面で回折されて青色レーザ12に對して第2の光検出手段32上へ入射する。そして、第2の光検出手段32の出力信号を用いて、第2光デイスク20に記録された情報の読み取り信号、合衆検出信号やトランスミッタ出力信号が得られる。

【0398】さらに、第3光デイスクを再生する場合、第2半導体レーザ13、第3の光検出手段33、およびホログラムビームスプリッタ24がユニット化されたレーザ/検出器集積ユニット41が使用される。第2半導体レーザ13から出射された光束は、ホログラムビームスプリッタ24を透過し、出射光の合成手段であるビームスプリッタ19で反射し、絞り3によって絞られ、対物レンズ1により第3光デイスク20の透明基板21を介して情報記録面22上に集光される。そして、情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び

(59)

で表される非球面形状を屈折面に有している。

[0420]

[数3]

$$Z = \frac{h^2 R_0}{1 + \sqrt{1 - (\frac{h}{\kappa})^2}} + \sum_{i=1}^n A_n h^i$$

ただし、Zは光軸方向の軸、hは光軸と垂直方向の軸(光軸からの高さ：光の進行方向を正とする)、R0は近軸曲率半径、κは円錐係数、Aは非球面係数、2iは非球面のべき数である。また、実施例1～3、6～8では屈折面が単位をラジアンとした位相差関数Φとして

[数1] で表され、同様に実施例4、5では屈折面が単位をmとした光路差関数Φbとして [数2] で表わされる。

[0421]

[数1]

$$\Phi_B = \sum_{i=1}^{\infty} B_{2i} h^{2i}$$

[数2]

$$\Phi_b = \sum_{i=1}^{\infty} b_{2i} h^{2i}$$

(実施例1)

[0422] 図1に、実施例1の対物レンズである回折光学レンズ(回折面を有する対物レンズ)の光路図を示す。また、図2に、実施例1の回折光学レンズについてλ=635nmに対する開口数0.60までの表面収*

光路収差λ1=635nmのとき

焦点距離f1=3.34 開口数NA1=0.60 無限仕様

[0428]

光源波長λ2=780nmのとき

焦点距離f2=3.36 開口数NA2=0.45 無限仕様

[0429] 本実施例は、λ1の光束において+1次回 注となる。また、λ2に対する+1次回折光の回折効率を他の次数の回折光に比して多く発生させ、λ2の光束においても、+1次回折光を他の次数の回折光に比して多く発生させる。λ1に対する+1次回折光の回折効率を100%とすれば、λ2に対する回折効率は84% ※ [数1]

面No.	R	d1	d2	n1	n2	v d	n d
1 (非球面1・回折面)	2.128	1.3	2.3	1.55813	1.55813	56	1.5464
2 (非球面2)	-1.370	1.0	1.0				
3 カバーガラス	∞	0.6	1.3	1.55119	1.57346	30	1.585
4	∞						

(数1はλ1=635nmのとき、2はλ2=780nmのとき、v d、n dはd面に對するものを示す。)

非球面係数

∞

(60)

非球面1

κ=-0.17021

A4=-0.0032315

A6=-0.00058160

A8=-4.6316×10⁻⁵

A10=-3.79858×10⁻⁵

A12=-6.0308×10⁻⁶

非球面2

κ=-11.653

A4=0.038456

A6=-0.020800

A8=0.0078648

A10=-0.0019431

A12=0.00024343

[0431]

回折面係数

B2=-96.766

B4=-2.9950

B6=2.1306

B8=-0.12614

B10=-0.095285

[0432] (実施例2、実施例3)

[0433] 次に、実施例2、実施例3について説明する。図7および図8に、実施例3の対物レンズである回折光学レンズのλ=405nmおよび635nmに対する光路図をそれぞれ示す。また、図9および図10に、実施例2の回折光学レンズについてのλ=405nmおよび635nmに対する開口数0.60までの表面収差関数Φbをそれぞれ示す。また、図11および図12に、実施例2の回折光学レンズについての波長λ=405nmおよび635nmに対する表面収差関数をそれぞれ示す。

[0434] また、図13および図14に、実施例3の対物レンズである回折光学レンズのλ=405nmおよび635nmに対する光路図をそれぞれ示す。また、図15および図16に、実施例3の回折光学レンズについてλ=405nmのとき

光源波長λ1=405nmのとき

焦点距離f1=3.23 開口数NA1=0.60 無限仕様

[0439]

光源波長λ2=635nmのとき

焦点距離f2=3.34 開口数NA2=0.60 無限仕様

[0440] 本実施例は、λ1の光束において+1次回 注となる。また、λ2に対する+1次回折光の回折効率を他の次数の回折光に比して多く発生させる。λ2の光束においても、+1次回折光を他の次数の回折光に比して多く発生させる。λ1に対する+1次回折光の回折効率を100%とすれば、λ2に対する回折効率は84% ※ [数2]

面No.	R	d1	d2	n1	n2	v d	n d
1 (非球面1・回折面)	2.128	1.3	2.3	1.55813	1.55813	56	1.5464
2 (非球面2)	-1.359	1.0	1.0				
3 カバーガラス	∞	0.6	0.6	1.52230	1.55119	30	1.585
4	∞						

(数1はλ1=405nmのとき、2はλ2=635nmのとき、v d、n dはd面に對するものを示す。)

非球面係数

非球面1

κ=-0.15079

A4=-0.0021230

非球面2

κ=-3.8288

A4=0.036962

(63)

123		124					
面No.	R	d ₁	d ₂	m ₁	m ₂	φ _d	φ _d
1 (非球面1)	2.110	1.40	1.40	1.5417	1.5372	56	1.5433
2 (非球面2・回折面)	-11.611	1.64	1.64				
3 カバーガラス	∞	1.20	1.20	1.5150	1.5104	30	1.5110
4							

(面1はλ₁=515nmのとき、2はλ₂=110nmのとき、φ_d、φ_dはd₁側に持
てるものとする。)

非球面係数

非球面1

$$\kappa = -0.17006$$
$$A4 = -0.30563 \times 10^{-2}$$
$$A6 = -0.45199 \times 10^{-3}$$
$$A8 = 0.58811 \times 10^{-5}$$
$$A10 = -0.13002 \times 10^{-4}$$

非球面2

$$\kappa = -4.0.782$$
$$A4 = 0.73447 \times 10^{-2}$$
$$A6 = 0.85177 \times 10^{-3}$$
$$A8 = -0.82795 \times 10^{-3}$$
$$A10 = 0.23029 \times 10^{-3}$$

[0464]

回折面係数

$$b2 = -0.74461 \times 10^{-2}$$
$$b4 = 0.11193 \times 10^{-2}$$
$$b6 = -0.85257 \times 10^{-3}$$
$$b8 = 0.50517 \times 10^{-3}$$
$$b10 = -0.11242 \times 10^{-3}$$

[0465] (実施例6～8)

[0466] 次に、実施例6～8について説明する。図23、図30および図37に、実施例6～8の対物レンズである回折光学レンズのλ=650nmに対する光路図をそれぞれ示す。また、図24、図31および図38に、実施例6～8の回折光学レンズのλ=780nm (NA=0.5) に対する光路図をそれぞれ示す。また、図25、図32および図39に、実施例6～8の回折光学レンズについてのλ=650±10nmに対する開口数0.60までの球面収差図をそれぞれ示す。また、図26、図33および図40に、実施例6～8の回折光学レンズについてのλ=780±10nmに対する開口数0.50までの球面収差図をそれぞれ示す。また、図27、図34および図41に、実施例6～8の回折光学レンズについてのλ=780nmに対する開口数0.60までの球面収差図をそれぞれ示す。

[0472]

光源波長λ=780nmのとき
焦点距離f=3.37 像側開口数NA=0.50 (NA=0.60) 無限
仕縁

(64)

125

126

780 nm の光束の結像面での 1.3. 5%強度のピーム径) = 1.20 μm また、図 4.4 に見るように、1.1 の光束においても、光軸からの高さ以下の中心部では、-1 次回折成分以上で多く発生させ、光軸から半分以上の周辺部では、+1 次成分以上で多く発生させる。また、軸部ピッチを数倍して、±1 次の同次回折光を発生させるよ

* 10

* [0.474] また、本実施例において、図 2.7 に示されるように、第 2 の光情報記録媒体では、NA1 = 0.6 のとき、球面収差は +2.9 μm であり、NA2 = 0.5 のとき、球面収差は +1 μm である。また、本実施例において、開口数 (NA) 0.4 における回折前のピッチは 1.4 μm である。
[0.475]
[表 6]

面No.	R	d	$d(\lambda=650\text{nm})$	$d(\lambda=780\text{nm})$
OBJ	Infinity	Infinity		
STO	Infinity	0.0		
2 (非球面1・回折面)	2.051515	2.2	1.5413	1.5372
3 (非球面2)	-7.897721	1.0287		
4	Infinity	ϕ_d	1.5779	1.5709
5	Infinity	ϕ_d		
IMA	Infinity	Infinity		

w (780nmの光束の結像面での13.5%強度のピーク値)=1.20μm
[0473] 本実施例は、図44に見るように、λ1の * [0474] また、本実施例において、図27に示されるように、第2の光情報記録媒体では、NA1=0.6
さが有効径のおよそ半以下の中心部では、-1次回折のとき、球面収差は+29μmであり、NA2=0.5
光を他の次数の回折光に比して多く発生させ、光軸からの高さが有効径のおよそ半以上の周辺部では、+1次回折光を他の次数の回折光に比して多く発生させる。た
だし、本実施例において、輪帯ビッチを整数倍して、± [0475]
1次回折光ではなく、高次の同次回折光を発生させるよ
うにしてもよい。

* 10

	φ _d	φ _d
λ=650nmのとき	0.6	0.7300
λ=780nmのとき	1.2	0.35

非球面係数

非球面1

$$\kappa = -1.07952$$
$$A4 = 0.51919725 \times 10^{-2}$$
$$A6 = 0.10988861 \times 10^{-2}$$
$$A8 = -0.44386519 \times 10^{-3}$$
$$A10 = 5.4053137 \times 10^{-5}$$

非球面2

$$\kappa = -3.452929$$
$$A4 = 0.15591292 \times 10^{-1}$$
$$A6 = -0.44528738 \times 10^{-2}$$
$$A8 = 0.65423404 \times 10^{-2}$$
$$A10 = -4.7679992 \times 10^{-5}$$

[0476]

回折面係数

$$B2 = 29.443104$$
$$B4 = -14.403683$$
$$B6 = 3.9425951$$
$$B8 = -2.1471955$$
$$B10 = 0.31859248$$

[0477] 実施例7

光源波長λ=650nmのとき
焦点距離f=3.33 像側開口数NA=0.60 無限仕縁

[0479]

光源波長λ=780nmのとき
焦点距離f=3.37 像側開口数NA=0.50 (NA=0.60) 有限
仕縁

[0480] 本実施例は、図45に見るように、λ1の 光束においても、λ2の光束においても、全的に、+

(65)

127

127
1次回折光を他の次数の回折光に出して多く発生させる。ただし、本実施例において、偏帯ピッチを調整倍し、+1次回折光ではなく、高次の同次回折光を発生*させるようにしてもよい。
【0481】

面番	R	d	n($\lambda=650\text{nm}$)	n($\lambda=780\text{nm}$)
ORU	Infinity	d0		
STO	Infinity	0.0		
2(非球面・回折面)	Infinity	2.3	1.54113	1.53773
3(非球面)	-7.706496	1.0326		
4	Infinity	d4	1.57789	1.57079
5	Infinity	d5		
DMA	Infinity			

$\lambda=650\text{nm}$ のとき		$\lambda=780\text{nm}$ のとき
d	Infinity	64.5
d4	0.60	1.20
d5	0.70	0.35

非球面係数

非球面1

$\kappa=-1.801329$
 $A4=0.1615422\times 10^{-1}$
 $A6=-0.4937969\times 10^{-3}$
 $A8=0.11038322\times 10^{-3}$
 $A10=-2.1823306\times 10^{-5}$
 $A10=-5$

【0482】

回折面係数

$B2=-17.150237$
 $B4=-4.1227045$
 $B6=1.1902249$
 $B8=-0.2620222$
 $B10=0.018845315$

【0483】実施例8

光源波長 $\lambda=650\text{nm}$ のとき
焦点距離 $f=3.33$ 像面開口数 $NA=0.60$ 無限仕様

【0485】

光源波長 $\lambda=780\text{nm}$ のとき
焦点距離 $f=3.35$ 像面開口数 $NA=0.50$ ($NA=0.60$) 無限仕様

【0486】本実施例は、図46に見るように、 $\lambda 1$ の光束において、 $\lambda 2$ の光束においても、ごく周辺部のみ-1次回折光を他の次数の回折光に出して多く発生させる。他は+1次回折光を他の次数の回折光に出して多く発生させる。ただし、本実施例において、偏帯ピッチを調整倍して、+1次回折光ではなく、高次の同次回折光を発生*させるようにしてもよい。
【0487】また、本実施例において、図41に示されるように、第2の光情報記録媒体では、 $NA1=0.6$ のとき、球面収差は+68 μm であり、 $NA2=0.5$ のとき、球面収差は+9 μm である。
【0488】また、本実施例において、開口数(NA)

(66)

129

129
0.4におけるピッチは61 μm である。
【0489】

面番	R	d	n($\lambda=650\text{nm}$)	n($\lambda=780\text{nm}$)
ORU	Infinity	d0		
STO	Infinity	0.0		
2(非球面・回折面)	Infinity	2.3	1.54113	1.53773
3(非球面)	-7.90392	1.0281		
4	Infinity	d4	1.57789	1.57079
5	Infinity	d5		
DMA	Infinity			

$\lambda=650\text{nm}$ のとき		d4	d5
	Infinity	0.6	0.70
	$\lambda=780\text{nm}$ のとき	1.2	0.34

非球面係数

非球面1

非球面2

$\kappa=-1.2532$
 $A4=0.1007\times 10^{-1}$
 $A6=-0.85849\times 10^{-3}$
 $A8=-1.5773\times 10^{-5}$
 $A10=3.2855\times 10^{-5}$

回折面係数

$B2=3.4251\times 10^{-21}$
 $B4=0.0763977$
 $B6=-5.5386$
 $B8=0.05938$
 $B10=0.2224$

ここで、実施例6~8に基づいて、レンズに入射する半導体レーザの波長の変動要因について考察する。半導体レーザの波長の固体ばらつきは、±2から3nm程度、多モード共振の幅が±2nm程度、書き込み時のモードホップが2nm程度と考えられる。これらの要因による半導体レーザの波長変動に伴う、レンズの球面収差の変動を考慮した場合について説明する。

【0491】つまり、異なる2波長の光源に対し、光ディスクの透明基板の厚みがそれぞれ異なる場合、実施例6に関するデータから理解されるように、異なる2波長に対しては、球面収差が比較的大きい。実施例6で変化に対して、球面収差変動が比較的大きい。実施例6では、650nmの波長においては球面収差が0.001 λ rmsであるが、640nmおよび660nmの波長においては、球面収差が0.035 λ rms程度に劣化する。もちろん、レーザの波長がよく管理された光学系に対しては、実施例6も十分実用に供することができ、これに対し、実施例7のレンズのように、どちらか

一方の光源からの無収差に対してはほぼ無収差で、もう一方の波長の光源からの有限光(非平行光束)に対してはほぼ無収差に補正したレンズでは、1つの波長の波長10nm程度の变化に対し、球面収差変動を極めて小さく抑えることが可能となる。

【0492】次に、本実施の形態の回折光学系(回折光学レンズを有する光学系)の性能の温度変化について考察する。まず、半導体レーザの波長は、温度が30℃上昇すると6nm程度伸びる傾向がある。これに対し、回折光学系がプラスチックレンズで構成されている場合、0.004程度減少する傾向がある。実施例6のような、2つの波長のどちらの無収差に対しても無収差に補正したレンズでは、半導体レーザの波長の温度変化による要因とプラスチックレンズの屈折率の温度変化による要因とが補償効果を起こし、温度変化に極めて強い光学系を作り出すことができる。また、実施例6において、素材がガラスである場合も、温度変化に対し許容幅のある光学系にすることは可能である。また、実施例7にお

(67)

131

いても、実施例6には及ばないものの、30℃の温度変化で、端面収差の劣化は0.035λrms程度であり、実用上十分な温度補償ができている。

【0493】上述の温度変化の補償効果について更に説明する。波長の異なる2つの光線により、透明基板の厚さが異なる2種類の光情報記録媒体の記録及び/または再生する 合において、回折パターンを有する対物レンズを用いることにより、それぞれの光ダイオードの情報記録面に必要とされる開口数ないしそれ以上の開口数においても端面収差のrms値がそれぞれの波長の0.07以下とすることができ、専用の対物レンズと同等の結像特性を得ることができ、端面特でコンパクトな光ビシツツ装置とするために、光線には半導体レーザーが用いられ、対物レンズにはガラスチツツレンズが用いられることが多い。

【0494】レンズ用のガラスチツツ材料には種々のものがあるが、屈折率の温度変化や熱膨張係数がガラスに比べて大きい、特に、屈折率の温度変化がレンズの結像性に影響を及ぼす。25℃近傍の屈折率の温度変化としては、光ビシツツ装置の光学素子として用いられるガラスチツツ材料では、-0.0002/℃ないし-0.0005/℃である。さらに、低熱屈折材料は-0.0001/℃のものが多い。また、レンズ用の熱膨張特性がガラスチツツはさらに温度変化に対して屈折率の変化が大きく、上記範囲を外れるものもある。

【0495】半導体レーザーに関しても、現在の技術で製作されるものは、発振波長に温度依存性があり、25℃近傍の発振波長の温度変化は、0.05nm/℃ないし0.5nm/℃である。

$$\Delta WSA_3 = k \cdot (NA) \cdot f \cdot \Delta T / \lambda$$

ここで、kは対物レンズの種類に依存する量である。ちなみに、ガラスチツツ製の両面半球面対物レンズで、焦点距離3.36mm、光情報媒体側の開口数が0.6で入射光線が平行光の場合に最適化されているものが、MOC/GRIN 97 Technical Digest 65 p40-p43, "The Temperature characteristics of a new optical system with quasi-finite conjugate plastic objective for high density optical disk useに記載されているが、この文献の中のグラフから、30℃の温度変化でWSA3が0.045λrmsだけ変化しており、DVD用途であることから、波長は、λ=650nmと考えられ、以上のデータから、式(a1)に代入すると、k=2.2×10⁻⁶が得られる。また、温度変化による波長変化の影響に関しては記載がないが、発振波長の温度変化が小さい場合、回折を使用しない対物レンズについては、温度による屈折率変化の影響のほう大きい。

【0498】DVDについて記録及び/または再生する光ビシツツ装置に関しては、kが上記値以下である※であるから、

$$k = \Delta WSA_3 \cdot \lambda / (f \cdot (NA)^4 \cdot \Delta T (NA)) \quad (a2)$$

132

* 【0496】光情報記録媒体の情報と再生または光情報記録媒体に情報を記録するための光線の端面収差が温度により変化しrms値が波長の0.07以上となると光ビシツツ装置としての特性を維持することが困難であり、特に、より高密度の光情報媒体において端面収差の温度変化について留意する必要がある。ガラスチツツレンズの温度変化による端面収差の変化には焦点ズレと端面収差の変化の双方が起こっているが、即ち光ビシツツ装置において焦点制御を行うので、後者が重要である。ここで、ガラスチツツ材料は温度変化ΔT(℃)があったときの屈折率の変化量をΔnとしたときに、

$$-0.0002/^\circ\text{C} < \Delta n / \Delta T < -0.0005/^\circ\text{C}$$

の関係を満たし、半導体レーザーは、温度変化ΔTがあったときの発振波長の変化量をΔλとしたときに、0.05nm/℃ < Δλ1/ΔT < 0.5nm/℃の関係を満たすと、ガラスチツツレンズの屈折率の温度変化による端面収差の変動と、半導体レーザー光源の波長の温度変化とによる端面収差の変動とが打ち消しあう方向に作用し、補償効果を得ることができ。

$$[0497] \text{ また、環境温度変化が } \Delta T (^\circ\text{C}) \text{ あったとき、端面収差の3次の発振成分の変化量を } \Delta WSA_3 (\lambda \text{ rms}) \text{ とすると、これは対物レンズを通過する光線の対物レンズの光情報媒体側の開口数 } (NA) \text{ の4乗に比例し、ガラスチツツレンズの焦点距離 } f (\text{mm}) \text{ に比例し、端面収差を波長単位で評価しているので光線の波長 } \lambda (\text{nm}) \text{ に反比例する。したがって、次式が成立する。}$$

$$(a1)$$

※ が必要となる。透明基板の厚さが異なる2種類の光情報記録媒体の記録及び/または再生する場合に、回折パターンを有する対物レンズにおいて、温度変化による波長変化の影響も無視することはできなくなる。特にkに比例し、焦点距離、ガラスチツツ材料の屈折率の温度変化、透明基板の厚さの差、二つの光線の発振波長の差等によりkの値は異なるが、実施例6においては、半導体レーザーの波長の温度変化による要因とガラスチツツレンズの屈折率の温度変化による要因が補償効果を起こし、対物レンズがガラスチツツレンズであっても温度変化による端面収差の変化は少なシミュレーションによると、

$$k = 2.2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}, k = 0.4 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$$

【0499】kとしては、0.3 < k < 2.2の範囲を取るることができる。したがって、式(a1)より、

$$[0500]$$

133

$$0.3 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C} < \Delta WSA_3 \cdot \lambda / (f \cdot (NA)^4 \cdot \Delta T) < 2.2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$$

(68)

134

$$(a3)$$

となる。式(a3)において、kの値が上限を超える、温度変化により光ビシツツ装置としての特性を維持することが困難となり易く、また、下限を越えると、温度変化に対しての変動は少ないが、波長だけが変化した場合において光ビシツツ装置としての特性を維持することが困難となり易い。

【0501】また、実施例8においては、実施例6と比較して、一方の波長、即ち、780nmの波長の性能を許容範囲内でやや悪くすることにより、もう一方の波長、即ち、650nmの波長近傍±10nmでの端面収差変動を小さくすることができる。実施例6においては、波長640nm若しくは660nmでの端面収差は0.035λrms程度であるが、実施例8においては、波長640nm若しくは660nmでの端面収差は0.020λrms程度に向上させることができる。この二つの要因はトレードオフの関係があるが、バリエーションを保持することができ、0.07λrmsを超える、レンズ性能が悪化し、光ダイオード用光学系として用いることは困難となってくる。

【0502】次に、実施例6に基づいて、波長変化に対する、バージナル光線の端面収差の変化量と軸上色収差の変化量との関係について説明する。実施例6のように透明基板の厚さが薄い方の情報記録媒体には短い方の波長の光線を使用し、透明基板の厚さが厚い方の情報記録媒体には長い方の波長の光線を使用する一つの光ビシツツ装置で、それら光線に使用される対物レンズでは、回折面の作用によって、収差波長に対して波長が長くなった場合に端面収差をワンダー側に変位させることで、透明基板厚の差によって生じる端面収差を補正することができる。

【0503】この対物レンズにおいて、少なくとも一方の光線の使用波長の微小な変化に対する、バージナル光線の端面収差の変化量と軸上色収差の変化量とを、それぞれΔSA、ΔCAとすれば、

$$-1 < \Delta SA / \Delta CA < -0.2$$

を満たすことが望ましい。この式は使用波長が変化した時の、バージナル光線の端面収差の変化量と軸上色収差の変化量との比を示し、この条件式の下限を上回ることで、回折輪帯の間隔を大きくでき、回折効率の高い回折面が製造し易く、条件式の上限を下回ること、回折面が負で大きな屈折力を持つことを抑制でき、また軸上色収差の波長変化が過大にならず、モードホップ等の波長変化に対して焦点位置の変動を抑えることができる。なお、波長の微小な変化とは、10nm以下程度の変化を意味する。実施例6では図85に見るように、波長650nmにおいてΔSA/ΔCAの値は-0.7である。

【0504】ここで、回折パターンとレンズ形状との関係

について説明する。図47に、回折パターンとレンズ形状との関係を概念的に示す。図47(a)は回折パターンがすべての部分で正のレンズ形状を示す図であり、図47(b)は回折パターンが正の部分で負のレンズ形状を示す図である。実施例6のレンズは、図47(c)に示すように、回折パターンが光軸付近では負のパターンであり、途中で正のパターンに切り替わるように設計されている。これにより、回折輪帯のドツチが細くなりすぎないようにすることができ、また、実施例8のように、レンズの周辺付近で回折パターンが、正のパターンから負のパターンに切り替わるように設計することにより、2波長間で、良好な収差を得ることもできる。図47(d)のように、例えば、回折パターンが光軸付近では正のパターンであり、途中で負のパターンに切り替わるようにできる。

【0505】図47(c)では、回折面はブレーズ化された溝状の回折輪帯を有し、光軸に近い側の回折輪帯ではその段差部が光軸から離れた側に位置し、光軸から離れた側の回折輪帯ではその段差部が光軸に近い側に位置している。また、図47(d)では、回折面はブレーズ化された溝状の回折輪帯を有し、光軸に近い側の回折輪帯ではその段差部が光軸に近い側に位置し、光軸から離れた側の回折輪帯ではその段差部が光軸から離れた側に位置している。

$$[0506] \text{ (実施例9, 10)}$$

【0507】実施例9、10の対物レンズは、上述した【0504】で述べた非球面形状を回折面に有しており、実施例9は光線対応の有限共役型、実施例10は、第2の実施例の形状に係る対物レンズの具体例であり、3光線対応の有限共役型である。また、実施例9、10では回折面が単位をラジアンとした位相差関数φとして上述の【0501】で表される。

【0508】図50および図51に、実施例9の対物レンズのλ=650nmおよびλ=780nmにおける光線図を示す。また、図52に、実施例9の対物レンズについてのλ=650nmに対する開口数0.60までの端面収差図を示す。また、図53および図54に、実施例9の対物レンズについての波長λ=780nmに対する開口数0.45および0.60までの端面収差図を示す。また、図55、図56に、実施例9の対物レンズについてのλ=650nmおよび波長λ=780nmに対する端面収差図をそれぞれ示す。

【0509】図57〜図59に、実施例10の対物レンズのλ=650nm、λ=400nmおよびλ=780nmにおける光線図を示す。また、図60、図61に、実施例10の対物レンズについてのλ=650nmおよびλ=400nmに対する開口数0.65までの端面収

60

(69)

135

差図を示す。また、図62および図63に、実施例10の対物レンズについての波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する開口数0.45および0.65までの球面収差図をそれぞれ示す。また、図64～図66に、実施例10の対物レンズについての $\lambda=650\text{nm}$ 、 $\lambda=400\text{nm}$ および波長 $\lambda=780\text{nm}$ に対する球面収差図をそれぞれ示す。

【0510】実施例9、10の対物レンズによると、何れの実施例でも、780nm波長光に対しては、使用上のNA0.45を超える光束では大きな球面収差を生じ、フレアとして情報の記録および/または再生には害*

実施例9

f=3.33 像側 NA 0.60 倍率 -0.194 (波長 $\lambda=650\text{nm}$ のとき)

f=3.35 像側 NA 0.45 (NA 0.60) 倍率 -0.195 (波長 $\lambda=780\text{nm}$ のとき)

※ ※ [表9]

【0513】

面No.	r	d	$(\frac{n}{\lambda=650\text{nm}})(\lambda=780\text{nm})$	n (参考)
光面	∞	20.0		
絞り	∞	0.9		
1 (非球面1・回折面)	2.320185	2.2	1.53771	1.5404 56.0
2 (非球面2)	-5.175775	1.7467		
4	∞	44	1.54020	1.57346 1.585 29.3
5	∞	45		
像点	∞			

$\lambda=650\text{nm}$ のとき	44	45
$\lambda=780\text{nm}$ のとき	0.6	0.7500
	1.2	0.384

非球面1 $\kappa=-0.1295292$ 回折面1 B2=0
A4=-0.0045445253 B4=-7.6488594
A6=-0.0011967305 B6=0.9933123
A8=-0.0001177995 B8=-0.28305522
A10=-5.3843777 $\times 10^{-5}$ B10=0.011289605
A12=-9.0807729 $\times 10^{-6}$

【0514】

非球面2 $\kappa=-5.161871$
A4=0.019003945
A6=-0.010002187
A8=0.004087239
A10=-0.00085994626
A12=7.5491556 $\times 10^{-5}$

【0515】

実施例10

f=3.31 像側 NA 0.65 倍率 -0.203 (波長 $\lambda=650\text{nm}$ のとき)

f=3.14 像側 NA 0.65 倍率 -0.190 (波長 $\lambda=400\text{nm}$ のとき)

f=3.34 像側 NA 0.45 (NA 0.65) 倍率 -0.205 (波長 $\lambda=780\text{nm}$ のとき)

※ [表10]

【0516】

(70)

137

面No.	r	d	$(\frac{n}{\lambda=650\text{nm}})(\lambda=780\text{nm})$	n
光面	∞	20.0		
絞り	∞	0.0		
2 (非球面1・回折面)	2.450359	2.2	1.87107	1.92261 1.93590
3 (非球面1・回折面2)	9.163248	1.4503		
4	∞	44	1.54020	1.52441 1.57246
5	∞	45		
像点	∞			

$\lambda=650\text{nm}$ のとき	$\lambda=400\text{nm}$ のとき	$\lambda=780\text{nm}$ のとき
44	0.6	1.2
45	0.7500	0.5540 0.4097

非球面1 $\kappa=-0.08796008$ 回折面1 B2=0

A4=-0.010351744 B4=-61.351934

A6=0.0015514472 B6=5.9668445

A8=-0.00043894535 B8=-1.2923244

A10=5.481801 $\times 10^{-5}$ B10=0.041773541

A12=-4.2588508 $\times 10^{-6}$

【0517】

非球面2 $\kappa=-302.6352$ 回折面2 B2=0
A4=0.002 B4=341.19136
A6=-0.0014 B6=-124.16233
A8=0.0042 B8=49.877242
A10=-0.0022 B10=-5.9599182
A12=0.0004

【0518】なお、上記実施例10の対物レンズの具体例は、第3の実施の形態にも同様に適用できる。

【0519】(実施例11～14)

【0520】実施例11～14の対物レンズは、上述した(数3)で表される非球面形状を回折面に有しており、また、実施例11～13では回折面が単位をラジアンとした位相差関数 Φ として上述の(数1)で表される。実施例14では回折面が単位をmmとした光路差関数 Φ として上述の(数2)で表わされる。

【0521】これら実施例11～14の対物レンズ特性を得るに当たって、第1光ディスク(DVD)用の光源波長を650nm、第2光ディスク(青色レーザ使用世代高密度光ディスク)用の光源波長を400nmとし、第1および第2光ディスクの透明基板厚さt1は共にt1=0.6mmである。また、t1とは異なる透明基板の厚さt2=1.2mmを有する第3光ディスク(CD)用の光源波長は780nmとした。また、光源波長400nm、650nm、780nmに対応する開口数NAとして、0.65、0.65、0.5をそれぞれ想定している。

【0522】(実施例11)

【0523】実施例11は、第4の実施の形態に係わる*

実施例11

f=3.33 像側 NA 0.65

(波長 $\lambda=650\text{nm}$ のとき)

* 対物レンズの具体例であり、対物レンズには平行光が入射するように構成されている。この実施例では、回折面の位相差関数の係数に2乗項が含まれず(B2=0)、2乗項以外の項の係数だけを使用している。

【0524】図68～図70に、実施例11の対物レンズの $\lambda=650\text{nm}$ 、 $\lambda=400\text{nm}$ および $\lambda=780\text{nm}$ における光路図を示す。また、図71および図72に、実施例11の対物レンズについての $\lambda=650\text{nm}$ および $\lambda=400\text{nm}$ に対する開口数0.65までの球面収差図をそれぞれ示す。また、図75～図77に、実施例11の対物レンズについての $\lambda=650\text{nm}$ 、 $\lambda=400\text{nm}$ および $\lambda=780\text{nm}$ に対する球面収差図をそれぞれ示す。

【0525】以下、実施例11のレンズデータを示す。
[表11] 中、rはレンズの曲率半径、dは面間隔、nは各波長での屈折率を示す。また、面No.の数字は、絞りを含めて表示している。

【0526】

(71)

139

140

f=3.15 像側 NA 0.65 (波長λ=400nmのとき)
f=3.37 像側 NA 0.45 (NA 0.65) (波長λ=780nmのとき)

* [表11]

[0527]

面No.	r	d	$(\lambda = \frac{D}{150nm})$	$(\lambda = \frac{D}{400nm})$	$(\lambda = \frac{D}{110nm})$
鏡1	∞	0.0			
2 (作業面1・回折面1)	1.177303	2.2	1.102356	1.44440	1.79483
3 (作業面1・回折面2)	1.457315	0.5385			
4	∞	44	1.51030	1.52441	1.57246
5	∞	45			
像面	∞				

	$\lambda = 650nm$ のとき	$\lambda = 400nm$ のとき	$\lambda = 780nm$ のとき
44	0.5	0.5	1.2
45	0.7539	0.5223	0.3995

非球面1 κ=-0.1847301

回折面1 B2 = 0

A4 = -0.0090859227

B4 = -69.824562

A6 = 0.0016821871

B6 = 0.35641549

A8 = -0.00071180761

B8 = 0.6877372

A10 = 0.00012406905

B10 = -0.18333885

A12 = -1.4004589 × 10⁻⁵

[0528]

非球面2 κ=-186.4056

回折面2 B2 = 0

A4 = 0.002

B4 = 745.72117

A6 = -0.0014

B6 = -334.75078

A8 = 0.0042

B8 = 81.232224

A10 = -0.0022

B10 = -5.3410176

A12 = 0.0004

[0529] 実施例11 (および後述する実施例12) ※ [0532] 図78~図80に、実施例12の対物レンズのλ=650nm、λ=400nmおよびλ=780nmにおける光路図を示す。また、図81および図82に、実施例12の対物レンズについてのλ=650nmおよびλ=400nmに対する開口数0.65までの球面収差図を示す。また、図83および図84に、実施例12の対物レンズについての波長λ=780nmに対する開口数0.45および0.65までの球面収差図をそれぞれ示す。また、図85~図87に、実施例12の対物レンズについてのλ=650nm、λ=400nmおよびλ=780nmに対する球面収差図をそれぞれ示す。

また、図74から明らかなように、第3光ダイオードでは実使用上の開口数NA0.45の外側をフレアとしている。

[0530] (実施例12)

[0531] また、実施例12の対物レンズは、有限距離からの発散光が入射するように構成されている。この実施例では、回折面の位相差関数の係数に2乗項が含まれず (B2=0)、2乗項以外の項の係数だけを使用している。

実施例12

f=3.31 像側 NA 0.65 倍率 -0.203 (波長λ=650nmのとき)
f=3.14 像側 NA 0.65 倍率 -0.190 (波長λ=400nmのとき)
f=3.34 像側 NA 0.45 (NA 0.65) 倍率 -0.205 (波長λ=780nmのとき)

[0535]

[表12]

(72)

141

142

面No.	r	d	$(\lambda = \frac{D}{150nm})$	$(\lambda = \frac{D}{400nm})$	$(\lambda = \frac{D}{110nm})$
元板	∞	10.9			
鏡1	∞	0.0			
2 (作業面1・面折面1)	1.440318	3.2	1.87703	1.72281	1.64890
3 (作業面1・回折面2)	1.102248	1.4502			
4	∞	44	1.58039	1.52441	1.57246
5	∞	45			
像面	∞				

	$\lambda = 650nm$ のとき	$\lambda = 400nm$ のとき	$\lambda = 780nm$ のとき
44	0.5	0.5	1.3
45	0.7540	0.5540	0.4037

非球面1 κ=-0.08796008

回折面1 B2 = 0

A4 = -0.010351744

B4 = -61.351934

A6 = 0.0015514472

B6 = 5.9669445

A8 = -0.00043894535

B8 = -1.2923244

A10 = 5.481801 × 10⁻⁵

B10 = 0.041773541

A12 = -4.2588508 × 10⁻⁶

[0536]

非球面2 κ=-302.6352

回折面2 B2 = 0

A4 = 0.002

B4 = 341.19136

A6 = -0.0014

B6 = -124.16233

A8 = 0.0042

B8 = 49.877242

A10 = -0.0022

B10 = -5.9599182

A12 = 0.0004

[0537] 実施例12のような対物レンズと3つの光軸とを有する光ビュッファ装置において、透明基板厚さの違いにより発生する球面収差及び波長の違いにより発生する球面収差の色収差について各ダイオードともに補正することが可能である。また、図84から明らかなように、第3光ダイオードでは実使用上の開口数NA0.45の外側をフレアとしている。

[0538] (実施例13)

[0539] また、実施例13の対物レンズは、第4の實施の形態に係わる対物レンズの他の具体例であり、無限距離からの平行光が入射するように構成されている。この実施例では、回折面の位相差関数の係数として2乗項および2乗項以外の項が使用されている。

[0540] 図88~図90に、実施例13の対物レンズ*のλ=650nm、λ=400nm、λ=780nmにおける光路図を示す。また、図91および図92に、実施例13の対物レンズについてのλ=650nmおよびλ=400nmに対する開口数0.60までの球面収差図を示す。また、図93および図94に、実施例13の対物レンズについての波長λ=780nmに対する開口数0.45および0.60までの球面収差図をそれぞれ示す。また、図95~図97に、実施例13の対物レンズについてのλ=650nm、λ=400nmおよびλ=780nmに対する球面収差図をそれぞれ示す。

[0541] 以下、実施例13のレンズデータを示す。

[0542]

実施例13

f=3.31 像側 NA 0.60 (波長λ=650nmのとき)
f=3.14 像側 NA 0.60 (波長λ=400nmのとき)
f=3.34 像側 NA 0.45 (NA 0.60) (波長λ=780nmのとき)

[0543]

[表13]

(73)

143 144

面No.	r	d	n ₁ (λ=650nm)	n ₂ (λ=780nm)
鏡り	∞	0.0		
2(非球面・回折面1)	2.016831	2.2	1.53771	1.53385
3(非球面・回折面2)	-12.94304	0.7555		
4	∞	d4	1.58030	1.52441
5	∞	d5		
像点	∞			

非球面1 κ=-0.3353369 回折面1 B2=-177.66083

A4=-0.0025421455 B4=-46.296284

A6=-0.0010660122 B6=-6.8014831

A8=4.7189743×10⁻⁵ B8=1.6606499

A10=1.5406396×10⁻⁶ B10=-0.39075825

A12=-7.004876×10⁻⁶

[0544]

非球面2 κ=43.44262

A4=0.002 回折面2 B2=241.52445

A6=-0.0014 B6=-191.87213

A8=0.0042 B8=64.779696

A10=-0.0004 B10=-8.6741764

[0545] 本実施例では、回折面の位相関数の係数として2乗項および2乗項以外の項が使用されている。この実施例では、回折面の光路差関数の係数として2乗項および2乗項以外の項が使用されている。また、透明基板厚の違ひにより発生する球面収差と軸上色収差の違ひにより発生する球面収差の位相差と軸上色収差について各ディस्कともに補正することが可能となっている。また、図94から明らかなように、第3光ディस्कでは使用上の開口数NA0.45の外側をフレアとしている。

[0546] (実施例14)

[0547] 実施例14の対物レンズは、第6の実施例の形値に係わる対物レンズの具体例であり、無限距離から波長400nmと650nmの平行光が入射し、有限距離*で、図94から明らかなように、第3光ディस्कでは使用上の開口数NA0.45の外側をフレアとしている。

実施例14

f= 像側 NA 0.65

f= 像側 NA 0.65

f= 像側 NA 0.45 (NA 0.65)

[0551]

[表14]

(波長λ=650nmのとき)

(波長λ=400nmのとき)

(波長λ=780nmのとき)

(74)

145 146

面No.	r	d	n ₁ (λ=400nm)	n ₂ (λ=550nm)	n ₃ (λ=780nm)
光源	∞	d0			
鏡り	∞	0			
2(非球面・回折面)	2.15759	2.400	1.561	1.541	1.537
3(非球面2)		0.976			
4	∞	d4	1.622	1.578	1.571
5	∞	d5			
像点	∞				

	λ=400nmのとき	λ=550nmのとき	λ=780nmのとき
d0	∞	∞	73.17
d4	0.6	0.6	1.2
d5	0.649	0.733	0.532
焦点距離	3.33	3.44	3.46

非球面1 κ=-2.0080

A4=0.18168×10⁻¹ 回折面 B2=-0.51589×10⁻³

A6=-0.91791×10⁻³ b4=-0.24502×10⁻³

A8=0.16455×10⁻³ b6=0.49557×10⁻⁴

A10=-0.11115×10⁻⁴ b8=-0.14497×10⁻⁴

[0552]

非球面2 κ=3.1831

A4=0.14442×10⁻¹ 30

A6=-0.17506×10⁻²

A8=0.21593×10⁻⁴

A10=0.12534×10⁻⁴

[0553] なお、本発明は上記実施例に限定されるものではない。回折を対物レンズの両面に形成したが、光ピックアップ装置の光学系内の光学素子のある一面に設けてもよい。また、軸上色収差をレンズ面全体に形成したが、部分的に回折面を形成してもよい。さらに、青色レーザ使用世代高密度光ディスクとして、光源径長400nm、透明基板の厚さ0.6mmと仮定して光学設計を進めたが、これ以外の仕様である光ディスクに関しても本発明は適用が可能である。

[0554] 次に、本発明の第7の実施の形態について説明する。

[0555] 図117は、本実施の形態の対物レンズ及びこれを含む光ピックアップ装置の概略構成である。図117のように、第1の半導体レーザ111と第2の半導体レーザ112が光源としてユニット化されている。コリメータ113と対物レンズ116との間にビームスプリッタ120が配置され、コリメータ113でほぼ平行にさ

れた光がビームスプリッタ120を通過し対物レンズ16へ向かう。また、情報記録面22から反射した光が光路変更手段としてのビームスプリッタ120で光取出器30に向かうように光路を変える。対物レンズ16は、その外周にフランジ部16aを有し、このフランジ部16aにより対物レンズ16を光ピックアップ装置に容易に取り付けることができる。また、フランジ部16aは、対物レンズ16の光軸に対し略垂直方向に延びた面を有するから、更に精度の高い取付が容易にできる。

[0556] 第1の光ディスクを再生する場合、第1半導体レーザ111から出射された光束は、コリメータ13を通過し平行光束となる。さらにビームスプリッタ20を経て鏡り17によって絞られ、対物レンズ16により第1の光ディスク20の透明基板21を介して情報記録面22に集光される。そして、情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ16、鏡り17を介して、ビームスプリッタ120

30

(75)

147

148

で反射され、シリンドリカルレンズ180により非点収差が与えられ、凹レンズ50を経て、光検出器30上へ入射し、光検出器30から出力される信号を用いて、第1の光ディस्क20に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0557】また、光検出器30上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行う。この検出に基づいて2次元グラフィック150が第1の半導体レーザ111からの光束を第1の光ディस्क20の情報記録面22上に相像するように対物レンズ16を移動させるとともに、第1の半導体レーザ111からの光束を所定のトラッキングに相像するように対物レンズ16を移動させる。

【0558】次に、第2の光ディスクを再生する場合、第2の半導体レーザ112から出射された光束は、コリメータ13を透過し平行光束となる。さらにビームスプリッタ120を経て絞り17によって絞られ、対物レンズ16により第2の光ディस्क20の透明基板21を介して情報記録面22に集光される。そして、情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ16、絞り17を介して、ビームスプリッタ120で反射され、シリンドリカルレンズ180により非点収差が与えられ、凹レンズ50を経て、光検出器30上へ入射し、光検出器30から出力される信号を用いて、第2の光ディस्क20に記録された情報の読み取り信号が得られる。また、光検出器30上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行う。この検出に基づいて2次元グラフィック150が第1の半導体レーザ112からの光束を第2の光ディस्क20の情報記録面22上に相像するように対物レンズ16を移動させるとともに、第2の半導体レーザ112からの光束を所定のトラッキングに相像するように対物レンズ16を移動させる。

【0559】対物レンズ(回折レンズ)16は、第1の光ディスク、第2の光ディスクの記録及び/または再生に必要な開口数のうち大きい方の開口数(最大開口数)まで、それぞれの半導体レーザからの入射光に対して、それぞれの波長(λ)に対して0.07λrms以下であるように設計されている。このため、それぞれの光束の結像面上の表面収差は、0.07λrms以下となっている。従って、結像面上及び検出器30上でどちらの光ディスクの記録及び/または再生時にフレアがなく、*

光源波長λ=650nmのとき

焦点距離f=3.33 像側開口数 NA=0.60 無限仕様(平行光束入射)

)

【0568】

光源波長λ=780nmのとき

焦点距離f=3.38 像側開口数 NA=0.60 無限仕様

【0569】

【表15】

(76)

149

150

項目	R	d	n=(λ=650nm)	n=(λ=780nm)
OBJ				
STD				
2(非球面1・面折面)				
3(非球面2)				
4	Infinity	Infinity	1.54113	1.53728
5	Infinity	Infinity	2.06035	2.2
	Infinity	Infinity	4.98965	1.035
	Infinity	Infinity	4.6	1.57787
	Infinity	Infinity	4.6	1.57084

λ=650nmのとき	d1	d2
λ=780nmのとき	0.6	0.700
	1.2	0.364

非球面係数
非球面1
κ=-1.0358
A4=4.8632×10⁻³
A6=5.3832×10⁻⁴
A8=-1.5773×10⁻⁴
A10=3.8683×10⁻⁷
【0570】非球面2
κ=-9.256352
A4=1.5887×10⁻²
A6=-5.97422×10⁻³
A8=1.11613×10⁻³
A10=-9.39682×10⁻⁵
【0571】回折面係数(基端波長650nm)
b2=6.000×10⁻³
b4=-1.317×10⁻³
b6=1.5274×10⁻⁴
b8=-6.5757×10⁻⁵
b10=6.221×10⁻⁶
【0572】(実施例16)
【0573】図122に、実施例16の対物レンズである回折光学レンズ(回折面を有する対物レンズ)の光路図を示す。また、図123に、実施例16の回折光学レンズについての波長(λ)は640, 650, 660nmに対する開口数0.60までの球面収差図を示す。また、*

図124は光情報記録媒体の透明基板が図122より厚い場合の実施例16の回折光学レンズの光路図を示す。図125に、図124の回折光学レンズについての波長λ=770, 780, 790nmに対する開口数0.60までの球面収差図をそれぞれ示す。

【0574】実施例16の回折光学レンズによると、図123に示すように、波長λ=650nmに対してはNA0.60までの全開口がほぼ無収差である。また、図124、図125に示すように、透明基板が薄い場合で、波長λ=780nmに対しては、NA0.60までがほぼ無収差である。なお、λ=780nmのときの所定開口数は0.45である。

【0575】以上のように、実施例16では、実施例16、8と比べて、光情報記録媒体の透明基板が厚く、波長が780nmの場合の球面収差を透明基板がこれよりも薄く波長が650nmの場合と同じ開口数(NA0.60)まで補正できる。なお、実施例15、16では、透明基板の厚さの差による球面収差をNA0.6まで補正するために、回折による球面収差の補正作用が強いことが必要であるが、このため輪帯ビッチが狭くなるが、回折の近軸ビッチを負にしてビッチの減少を緩和している。

【0576】以下、実施例16のレンズデータを示す。
【0577】

光源波長λ=650nmのとき

焦点距離f=3.33 像側開口数 NA=0.60 無限仕様

【0578】

光源波長λ=780nmのとき

焦点距離f=3.36 像側開口数 NA=0.60 無限仕様

【0579】

焦点距離f=3.36 像側開口数 NA=0.60 無限仕様

【表16】

(77)

151 152

面no	R	d	n=(λ=650nm)	n=(λ=780nm)
OBJ	Infinity	Infinity		
STO	Infinity	2.200		
2(非球面1・回折面)	2.09216	2.200	1.54113	1.53728
3(非球面2)	-7.49321	1.042		
4	Infinity	d ₄	1.57787	1.57084
5	Infinity	d ₅		

	d ₄	d ₅
λ=650nmのとき	0.6	0.699
λ=780nmのとき	1.2	0.345

非球面係数
非球面1
 $\kappa = -1.1331$
 $A_4 = 4.5375 \times 10^{-3}$
 $A_6 = 1.2964 \times 10^{-3}$
 $A_8 = -3.6164 \times 10^{-4}$
 $A_{10} = 2.0765 \times 10^{-5}$
【0580】非球面2
 $\kappa = -4.356298$
 $A_4 = 1.57427 \times 10^{-2}$
 $A_6 = -4.91198 \times 10^{-3}$
 $A_8 = 7.72605 \times 10^{-4}$
 $A_{10} = -5.75456 \times 10^{-5}$
【0581】回折面係数 (基準波長650nm)
 $b_2 = 2.1665 \times 10^{-3}$
 $b_4 = -2.0272 \times 10^{-3}$
 $b_6 = 5.5178 \times 10^{-4}$
 $b_8 = -1.8391 \times 10^{-4}$
 $b_{10} = 1.8148 \times 10^{-5}$
【0582】(実施例17)
【0583】図126に、実施例17の対物レンズである回折光学レンズ (回折面を有する対物レンズ) の光路図を示す。また、図127に、実施例17の回折光学レ

非球面係数
非球面1

$\kappa = -1.0751$
 $A_4 = 5.0732 \times 10^{-3}$
 $A_6 = 4.3722 \times 10^{-4}$
 $A_8 = -1.4774 \times 10^{-4}$
 $A_{10} = 9.6694 \times 10^{-7}$
【0590】非球面2
 $\kappa = -10.41411$
 $A_4 = 1.59453 \times 10^{-2}$
 $A_6 = -6.02963 \times 10^{-3}$
 $A_8 = 1.11268 \times 10^{-3}$
 $A_{10} = -9.3151 \times 10^{-5}$
【0591】回折面係数 (基準波長650nm)
 $b_2 = -2.000 \times 10^{-3}$
 $b_4 = -1.4462 \times 10^{-3}$
 $b_6 = 1.1331 \times 10^{-4}$
 $b_8 = -6.6211 \times 10^{-5}$
 $b_{10} = 6.8220 \times 10^{-6}$
【0592】(実施例18)

*図を示す。また、図131に、実施例18の回折光学レンズについての波長(λ)=390、400、410nmに対する開口数0.70までの球面収差図を示す。また、図132は光情報記録媒体の透明基板が図130より厚い場合の実施例18の回折光学レンズの光路図を示す。図133に、図132の場合の回折光学レンズについての波長λ=640、650、660nmに対する開口数0.70までの球面収差図をそれぞれ示す。

【0594】実施例18の回折光学レンズによると、図131に示すように、波長λ=400nmに対してはNA0.70までの全開口がほぼ無収差である。また、図132、図133に示すように、透明基板が厚い場合で、波長λ=650nmに対しては、NA0.70まではほぼ無収差である。

【0595】以上のように、実施例17では、実施例1、6、8と比べて、光情報記録媒体の透明基板が厚く波長が650nmの場合の球面収差を透明基板がこれよりも薄く波長が400nmの場合と同じ開口数(NA0.70)まで補正できる。

【0596】以下、実施例18のレンズデータを示す。
【0597】

【0593】図130に、実施例18の対物レンズである回折光学レンズ (回折面を有する対物レンズ) の光路*
光源波長λ=400nmのとき
焦点距離f=3.33 像側開口数 NA=0.70 無限仕様

【0598】

光源波長λ=650nmのとき
焦点距離f=3.43 像側開口数 NA=0.70 無限仕様

【0599】

【表18】

(78)

153 154

面no	R	d	n=(λ=650nm)	n=(λ=780nm)
OBJ	Infinity	Infinity		
STO	Infinity	2.200		
2(非球面1・回折面)	2.14737	2.200	1.54113	1.53728
3(非球面2)	-7.74882	1.033		
4	Infinity	d ₄	1.57787	1.57084
5	Infinity	d ₅		

	d ₄	d ₅
λ=650nmのとき	0.6	0.700
λ=780nmのとき	1.2	0.317

非球面係数
非球面1

$\kappa = -1.0751$
 $A_4 = 5.0732 \times 10^{-3}$
 $A_6 = 4.3722 \times 10^{-4}$
 $A_8 = -1.4774 \times 10^{-4}$
 $A_{10} = 9.6694 \times 10^{-7}$
【0590】非球面2
 $\kappa = -10.41411$
 $A_4 = 1.59453 \times 10^{-2}$
 $A_6 = -6.02963 \times 10^{-3}$
 $A_8 = 1.11268 \times 10^{-3}$
 $A_{10} = -9.3151 \times 10^{-5}$
【0591】回折面係数 (基準波長650nm)
 $b_2 = -2.000 \times 10^{-3}$
 $b_4 = -1.4462 \times 10^{-3}$
 $b_6 = 1.1331 \times 10^{-4}$
 $b_8 = -6.6211 \times 10^{-5}$
 $b_{10} = 6.8220 \times 10^{-6}$
【0592】(実施例18)

*図を示す。また、図131に、実施例18の回折光学レンズについての波長(λ)=390、400、410nmに対する開口数0.70までの球面収差図を示す。また、図132は光情報記録媒体の透明基板が図130より厚い場合の実施例18の回折光学レンズの光路図を示す。図133に、図132の場合の回折光学レンズについての波長λ=640、650、660nmに対する開口数0.70までの球面収差図をそれぞれ示す。

【0594】実施例18の回折光学レンズによると、図131に示すように、波長λ=400nmに対してはNA0.70までの全開口がほぼ無収差である。また、図132、図133に示すように、透明基板が厚い場合で、波長λ=650nmに対しては、NA0.70まではほぼ無収差である。

【0595】以上のように、実施例17では、実施例1、6、8と比べて、光情報記録媒体の透明基板が厚く波長が650nmの場合の球面収差を透明基板がこれよりも薄く波長が400nmの場合と同じ開口数(NA0.70)まで補正できる。

【0596】以下、実施例18のレンズデータを示す。
【0597】

【0593】図130に、実施例18の対物レンズである回折光学レンズ (回折面を有する対物レンズ) の光路*
光源波長λ=400nmのとき
焦点距離f=3.33 像側開口数 NA=0.70 無限仕様

【0598】

光源波長λ=650nmのとき
焦点距離f=3.43 像側開口数 NA=0.70 無限仕様

【0599】

【表18】

(79)

155	156			
面no	R	d	$n(\lambda=400nm)$	$n(\lambda=650nm)$
OBJ	Infinity	Infinity		
STO	Infinity	2.40	1.71657	1.66997
1(非円筒1・屈折面1)	2.65838	1.297		
2(非円筒2)	-13.89699		1.62138	1.57787
4	Infinity	dφ		
5	Infinity	dφ		

	φ4	φ5
λ=400nmのとき	0.1	0.704
λ=650nmのとき	0.6	0.469

*のピッチP f (mm)、最大開口数の1/2の開口数に対応する輪帯のピッチP h (mm)、及び (P h/P f) - 2) の各値を表19に示す。

【0603】
【表19】

実施例	Pf	Ph	Ph/Pf2
1	0.009	0.110	10.2
2	0.067	0.235	1.8
3	0.012	0.032	0.67
14	0.039	0.221	3.7
15	0.027	0.091	1.4
16	0.014	0.353	23.2
17	0.010	0.065	4.5
18	0.011	0.060	3.5

0.45 | (P h/P f) - 2 | ≤ 2.5

(b 1)

【0604】本発明者らの更なる検討によれば、上述の式 (b 1) が成立すると、即ち、この式の下段以上であるとき、高次の球面収差を補正する回折作用が顕著なものとなく、従って、透明基板の厚さが異なることによつて生じる2次長間の球面収差の差を回折作用で補正でき、また、上限以下であると、回折輪帯のピッチが過小※

0.85 | (P h/P f) - 2 | ≤ 6.0

(b 2)

【0607】

1.25 | (P h/P f) - 2 | ≤ 2.0

(b 3)

【0608】次に、本発明の第8の実施の形態について説明する。

【0609】波長650nmの光源を使つてのDVDの記録再生に必要な対物レンズの光情報記録媒体間の必要開口数NA1は0.6程度であり、波長780nmの光

(80)

157

【0610】さらに、光軸近傍は焦点深度が深く、球面収差も少ないので、回折パターンは必須ではない。

【0611】必要最低限の部分に回折パターンを形成し、残りの部分を屈折面とすることで、金型加工時のツールの損傷、成形時の履歴性の向上、CD側で必要以上に集光スポットが絞られることに起因するダイスクの厚みに誤差があるときや、ダイスが傾いたときの性能劣化を防ぐことができる。

【0612】このためには、対物レンズの回折パターンは光軸に対して回折対称であり、前記第1の光源からの光束の前記対物レンズの回折パターンを最も光軸から離れた円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体の開口数で第2の光源の波長λ2から780nmの場合、NAH1は0.43から0.55 NAL1は0.10から0.40 であることが好ましい。

NAH1 < NAL1
0 ≤ NAL1 ≤ NA2

【0613】第1の光情報記録媒体がDVDで、第1の光源の波長λ1が650nm、第2の光情報記録媒体がCDで第2の光源の波長λ2が780nmの場合、NAH1は0.43から0.55 NAL1は0.10から0.40 であることが好ましい。

【0614】回折パターンを有する部分についての対物レンズの光学設計は、第1の光源から対物レンズに入射する光束の+1次回折光がほぼ無収差の集光スポットとなるように行われる。一方、回折パターンのない部分についての対物レンズの光学設計は、第1の光源から対物レンズに入射する光束がほぼ無収差の集光スポットとなるように行われる。

【0615】両者の集光位置は、ほぼ一致する必要がある。さらに、それぞれの光束の位相も揃っていることが重要である。なお、位相に関しては、kを小さな整数としたとき、2kπずれていても、設計波長での集光特性は殆ど変わらないが、|k|の絶対値が大きくなると、波長変動に弱くなってしまう。|k|は1〜10であることが好ましい。

【0616】このとき、第2の光源からの光束のうち、対物レンズの回折パターンを最も光軸から離れた円周からの+1次回折光は光情報記録媒体の開口数でNAH2の光束に変換され、同時に回折パターンの最も光軸側の円周からの+1次回折光は、光情報記録媒体の開口数でNAL2の光束に変換され、

【0617】第2光情報記録媒体の記録再生が可能となるようなスポットを、第2の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数でNAH2以下の光束を利用して光情報記録媒体の情報記録面上に形成するように、回折パターンを有する部分からの光束と、回折パタ

158

ーのない部分からの光束との集光位置と位相差が最適となるように、対物レンズを通った光束の球面収差の設定がなされている。

【0618】実験には、前記第1の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数でNAL1以下の光束が第1光情報記録媒体の透明基板を介した最良焦点における球面収差が0.07λrms以下であり、かつ、前記第2の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数でNAH2以下の光束が第2光情報記録媒体の透明基板を介した最良焦点における球面収差が0.07λrms以下であることが望ましい。

【0619】なお、特に、第1の光源からの光束のうち、対物レンズを通ったときの開口数でNAL1以下の光束が、第1光情報記録媒体の透明基板を介した最良焦点における球面収差の球面収差成分は0.05λrms以下であることが望ましい。

【0620】第1の光源と対物レンズの間および第2の光源と対物レンズの間になくとも一つのコリメータを含み、第1の光源から対物レンズに入射する光束および第2の光源から対物レンズに入射する光束が、それぞれ平行光であるような光ビツアップ装置とすること、ビツアップの調整が容易となる。

【0621】また、第1の光源からの光束と第2の光源からの光束に対してコリメータを共通にすることで、光ビツアップの調整が容易となる。

【0622】なお、第1の光源と第2の光源が別のバツケージである場合、コリメータに対してそれぞれの光源の位置を対物レンズに入射する光束がそれぞれ平行光となるように調整すれば良い。

【0623】また、第1の光源と第2の光源とが同じバツケージである場合、それぞれの光源の位置の光軸方向の差を適切に調整して、対物レンズへの入射光がそれぞれ平行光となるようにしても良いし、その調整ができないう場合、コリメータの色収差が最適化されたものを用いて対物レンズへの入射光がそれぞれ平行光となるようにしても良い。

【0624】さらに、対物レンズに入射する光束が、収差光束であっても収差光束であっても良く、特に第1の光源から対物レンズに入射する光束よりも第2の光源から対物レンズに入射する光束をより収差度の低いものとする。ことによって、収差度の差によるアンダーの球面収差が発生し、回折パターンで補正する球面収差を減らすことができる。

【0625】図114は、開口数NAH2、NAL2が同じであり、近軸色収差を補正しない場合とした場合 (ΔfB=0) に、第2光源からの光束について、第2光情報記録媒体 (CD) の透明基板を通じた光束の球面収差を表す模式図である。

【0626】NAH2以下の第2光情報記録媒体の再生に寄与する光束の収差位置は、回折パターンによって補

(81)

159

正されていない場合、B点にあるが、回折パターンによって補正され、 $\Delta f B$ をほぼ0にされてA点に収束する。しかし、NAH2より外側では回折パターンによって補正されず、その収差は屈折面のみに収差曲線Sを示すことになる。

【0627】図から明らかなように、光束の収束点とNAH2における球面収差の並びは、近軸色収差の補正量 $\Delta f B$ だけ大きくなり、NAH2からNA1までのフレア成分が収束する位置は、NAH2以下第2光情報記録媒体の再生に寄与する光束の収束位置と大きく離れるため、光検出器上においてフレア成分の影響が小さくなる。

【0628】また、 $\lambda 1$ と $\lambda 2$ で近軸色収差を補正することで、 $\lambda 1$ 近傍と $\lambda 2$ 近傍においても、近軸色収差は小さくなり、光情報記録媒体への情報記録時に、レーザのバワー変動で発振波長が変化しても、焦点ずれが起きにくくなり、高速記録が可能となる。

【0629】前述のようにNAH2からNA1までのフレア成分の収束位置とNAH2以下の光束の収束位置とを離れたものとするためには、前記第1の回折パターンを外側に、第2の回折パターンを配置し、第1光源からの光束に対しては第2の回折パターンの+1次回折光が前記の収束位置に集光され、第2光源からの光束は第2の回折パターンで回折されずに透過するように第2の回折パターンを設計することによって、図115に示す収差補正状況にすることができる。

【0630】すなわち、同図(a)は第1光源からの光束の収差補正状況を示し、NAH1以上においても以下においても、比較的大きく設定された屈折面による収差は、+1次回折光の補正効果により、無収差で収束位置に集光されている。しかし、同図(b)のように、第2光源からの光束は、NAH2より外側の回折パターン部を透過する光束では、回折作用を受けない0次光となるので、その収差補正状況は回折パターンによる補正を受けない収差がそのまま表れるため、NAH2における球面収差の並びが大きくなり、フレア成分の収束位置と情報の再生に寄与する光束の収束位置が大きく離れるため、光検出器上においてフレア成分の影響が小さくなる。

【0631】また、この第2の回折パターンでは、第1光源からの光束は回折されず、第2の光源からの光束は、主に-1次回折光となるように第2の回折パターンを設計しても良い。これにより、図113で見えるように、NAH2からNA1までの光束の、回折による球面収差をよりオーバーにするによって、第2の光源にあって、対物レンズを通ったときの開口数 $NAH2$ 以下の光束の第2光情報記録媒体の透明基板を通ったときの球面収差は良好に補正され、一方、NAH2より外側の光束のオーバーの球面収差を大きくすることが出来る。その結果、図116(b)に見るように、NAH2

160

における球面収差の並びが大きくなり、フレア成分の収束位置と情報の再生に寄与する光束の収束位置が大きく離れるため、光検出器上においてフレア成分の影響が小さくなる。

【0632】同様に、光源から対物レンズまでの光路中に第1光源からの光束は透過し、第2光源の光束のうち、前記第1の回折パターンの光軸とは反対側の領域を透過する光束を透過させない開口制限手段を設け、光検出器上へ到達するフレア成分を減らすことで、その影響を小さくすることができる。

【0633】この開口制限手段は、第1の光源からの出射光束と、第2光源からの出射光束とを光合波手段により合波した後の光路中に、第1光源からの光束は透過し、第2光源の光束のうち、前記第1の回折パターンの光軸とは反対側の領域を透過する光束を反射または吸収する偏帯フィルターを配置すれば良い。

【0634】このようなフィルターには、例えば多層膜を利用したダイクロイックフィルターを利用することができ、勿論、対物レンズのいずれかの面に、上述のフィルター効果を持たせることもできる。

【0635】また、この開口制限手段は、第1光源からの光束は透過し、第2光源の光束のうち、前記回折パターンの光軸とは反対側の領域を透過する光束を回折させる偏帯フィルターであっていても良い。

【0636】以下、図面を参照して本発明の第8の実施形態にかかると、図面を参照して本発明の第8の実施形態に説明する。

【0637】図102に示す第1の光ビックアップ装置は、第1の光ディスクの再生用の第1光源である半導体レーザ111と、第2の光ディスク再生用の半導体レーザ112とを有している。

【0638】まず第1の光ディスクを再生する場合、第1半導体レーザ111からビームを出射し、出射された光束は、偏光ビームスプリッタ111、112からの出射光の合波手段であるビームスプリッタ190を透過し、偏光ビームスプリッタ120、コリメータ130、1/4波長板14を透過して円偏光の平行光束となる。この光束は較り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0639】そして情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、較り170、1/4波長板140、コリメータ130を透過して、偏光ビームスプリッタ120に入射し、ここで反射してシリンドリカルレンズ18により非点収差が与えられ、光検出器300上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ディスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0640】また、光検出器300上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出

161

やトラッキング検出を行う。この検出に基づいて2次元アクチュエータ150が第1の半導体レーザ111からの光束を第1の光ディスク200の記録面220上に結像するように対物レンズ160を移動させると共に、半導体レーザ111からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ160を移動させる。

【0641】第2の光ディスクを再生する場合、第2半導体レーザ112からビームを出射し、出射された光束は、光合波手段であるビームスプリッタ190で反射され、上記第1半導体111からの光束と同様、偏光ビームスプリッタ120、コリメータ130、1/4波長板140、較り170、対物レンズ160を介して第2の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0642】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、較り170、1/4波長板140、コリメータ130、偏光ビームスプリッタ120、シリンドリカルレンズ180を介して、光検出器300上へ入射し、その出力信号を用いて、第2の光ディスク200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0643】また、第1の光ディスクの場合と同様、光検出器300上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行う。この検出に基づいて2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0644】図103の第2の光ビックアップ装置は、記録再生用の光学系に適した構成であるが、再生の場合について説明する。なお、以下の実施例において、図102の光ビックアップ装置と同一部材は同一符号で示す。

【0645】第1の光ディスクを再生する場合、第1半導体レーザ111からビームを出射し、出射された光束は、偏光ビームスプリッタ121で反射され、コリメータ131、1/4波長板141を透過して円偏光の平行光となる。さらに、光合波手段であるビームスプリッタ190を透過し、較り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0646】そして情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、較り170を介して、さらにビームスプリッタ190、1/4波長板141、コリメータ131を透過して、偏光ビームスプリッタ121に入射し、ここを透過して非点収差が与えられ、光検出器301上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ディスク200に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0647】また、光検出器301上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行う。この検出に基づいて2次元アク

(82)

162

チュエータ150が第1の半導体レーザ111からの光束を第2の光ディスク200の記録面220上に結像するように対物レンズ160を移動させると共に、半導体レーザ111からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ160を移動させる。

【0648】第2の光ディスクを再生する場合、第2半導体レーザ112からビームを出射し、出射された光束は、偏光ビームスプリッタ122で反射され、コリメータ132、1/4波長板142、コリメータ132を透過し、偏光ビームスプリッタ122に入射し、ここを透過して、偏光ビームスプリッタ122に入射し、ここを透過して非点収差が与えられ、光検出器302上へ入射し、その出力信号を用いて、第2の光ディスク200に情報記録面220に集光される。

【0649】そして情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、較り170を介してビームスプリッタ190で反射され、1/4波長板142、コリメータ132を透過して、偏光ビームスプリッタ122に入射し、ここを透過して、偏光ビームスプリッタ122に入射し、ここを透過して非点収差が与えられ、光検出器302上へ入射し、その出力信号を用いて、第2の光ディスク200に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0650】また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行う。この検出に基づいて2次元アクチュエータ150が第2の半導体レーザ112からの光束を第1の光ディスク200の記録面220上に結像するように対物レンズ160を移動させると共に、半導体レーザ112からの光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ160を移動させることは同様である。

【0651】図104の第3の光ビックアップ装置は、記録再生用の光学系に適した構成であるが、再生の場合について説明する。

【0652】第1の光ディスクを再生する場合、第1半導体レーザ111からビームを出射し、発散光束の発散度を小さくするカップリングリングレンズ60、光合波手段であるビームスプリッタ190、ビームスプリッタ120を透過し、さらにコリメータ130、1/4波長板140を透過して円偏光の平行光となる。さらに、較り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ディスク200の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0653】そして情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、較り170を介して、1/4波長板140、コリメータ130を透過して、ビームスプリッタ120に入射し、ここで反射され、シリンドリカルレンズ180で非点収差が与えられ、回レンズ50を介して光検出器301上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ディスク200に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0654】また、光検出器301上でのスポットの形

163

状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラップ検出を行う。この検出に基づいて2次元アプチュエータ150が第1の半導体レーザ111からの光束を第1光ダイアス2000の記録面220上に結像するように対物レンズ160を移動させると共に、半導体レーザ111からの光束を所定のトラップに結像するように対物レンズ160を移動させる。

【0665】第2の光ダイアスを再生するための第2半導体レーザ112は、レーザ/検出器集積ユニット400に光検出器302およびホログラム230とユニット化されている。「ユニット」あるいは「ユニット化」とは、ユニット化されている部材や手段が一体となって光ビッパツ装置に組込ができるようになっていてことを意味し、装置の組立時には1部品として組付けることができる上タイトされている。

【0656】第2半導体レーザ112から出射された光束は、ホログラム230を透過し、光合成手段であるビームスプリッタ190で反射され、ビームスプリッタ120、コリメータ130、1/4波長板140を透過し平行光束となる。さらに絞り170、対物レンズ160を介して第2の光ダイアス2000の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0657】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介し、1/4波長板140、コリメータ130、ビームスプリッタ120を透過し、ビームスプリッタ190で反射され、ホログラム230で回折されて光検出器302上へ入射し、その出力信号を用いて、第2光ダイアス2000に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0658】また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラップ検出を行い、2次元アプチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0659】図105の第4の光ビッパツ装置において、第1の光ダイアスを再生する場合、第1半導体レーザ111は、レーザ/検出器集積ユニット410に光検出器301およびホログラム231とユニット化され、第1半導体レーザ111から出射された光束は、ホログラム231を透過し、光合成手段であるビームスプリッタ190、コリメータ130を透過し平行光束となる。さらに絞り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ダイアス2000の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0660】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、コリメータ130、ビームスプリッタ190を透過し、ホログラム231で回折されて光検出器301上へ入射し、その出力信号を用いて、

(83)

164

第1光ダイアス2000に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0661】また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラップ検出を行い、2次元アプチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0662】第2の光ダイアスを再生する場合、第2半導体レーザ112は、レーザ/検出器集積ユニット420に光検出器302およびホログラム232とユニット化され、第2半導体レーザ112から出射された光束は、ホログラム232を透過し、光合成手段であるビームスプリッタ190で反射され、コリメータ130を透過して平行光束となる。さらに絞り170、対物レンズ160を介して第2の光ダイアス2000の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0663】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、コリメータ130を透過し、ビームスプリッタ190で反射され、ホログラム232で回折されて光検出器302上へ入射し、その出力信号を用いて、第2光ダイアス2000に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0664】また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラップ検出を行い、この検出に基づいて2次元アプチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0665】図106の第5の光ビッパツ装置においては、第1半導体レーザ111、第2半導体レーザ112、光検出手段30、ホログラム230がレーザ/検出器集積ユニット430としてユニット化されている。

【0666】第1の光ダイアスを再生する場合、第1半導体レーザ111から出射された光束は、ホログラム230、コリメータ130を透過し平行光束となる。さらに絞り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ダイアス2000の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0667】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、コリメータ130を透過し、ホログラム230で回折されて光検出器300上へ入射し、その出力信号を用いて、第1光ダイアス2000に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0668】また、光検出器300上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラップ検出を行い、2次元アプチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0669】第2の光ダイアスを再生する場合、第2半

165

導体レーザ112から出射された光束は、ホログラム230、コリメータ130を透過してほぼ平行光束となる。さらに絞り170、対物レンズ160を介して第2の光ダイアス2000の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0670】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、コリメータ130を透過し、ホログラム230で回折されて光検出器300上へ入射し、その出力信号を用いて、第2の光ダイアス2000に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0671】また、光検出器300上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラップ検出を行い、この検出に基づいて2次元アプチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0672】図107の第6の光ビッパツ装置においては、第1半導体レーザ111、第2半導体レーザ112、第1の光検出手段301、第2の光検出手段302、ホログラム230がレーザ/検出器集積ユニット430としてユニット化されている。

【0673】第1の光ダイアスを再生する場合、第1半導体レーザ111から出射された光束は、ホログラム230のダイアス側面、コリメータ130を透過し平行光束となる。さらに絞り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ダイアス2000の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0674】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、コリメータ130を透過し、ホログラム230のダイアス側面、コリメータ130を透過し、光検出器301上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ダイアス2000に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0675】また、光検出器301上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラップ検出を行い、2次元アプチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0676】第2の光ダイアスを再生する場合、第2半導体レーザ112から出射された光束は、ホログラム230の半導体レーザ側面、コリメータ130を透過してほぼ平行光束となる。さらに絞り170、対物レンズ160を介して第2の光ダイアス2000の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0677】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、コリメータ130を透過し、

(84)

166

ホログラム2300のダイアス側面、コリメータ130を透過し、光検出器302上へ入射し、その出力信号を用いて、第2の光ダイアス2000に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0678】また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラップ検出を行い、この検出に基づいて2次元アプチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0679】図108の第7の光ビッパツ装置は、記録再生用光学系に施した構成であるが、再生の台について説明する。

【0680】第1の光ダイアスを再生する場合、第1半導体レーザ111からビームを出射し、発散光束の発散度を小さくするカンパツプリングレンズ60、光合成手段であるビームスプリッタ190、ビームスプリッタ120を透過し、さらにコリメータ130、1/4波長板140を透過し、さらに円周光の平行光となる。さらに、絞り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ダイアス2000の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0681】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、1/4波長板140、コリメータ130を透過して、ビームスプリッタ120に入射し、ここで反射され、ソリッドカルレンズ180で焦点収差が生ずられ、凹レンズ50を介して光検出器301上へ入射し、その出力信号を用いて、第1の光ダイアス2000に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0682】また、光検出器301上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラップ検出を行う。この検出に基づいて2次元アプチュエータ150が第1の半導体レーザ111からの光束を第1光ダイアス2000の記録面220上に結像するように対物レンズ160を移動させると共に、半導体レーザ111からの光束を所定のトラップに結像するように対物レンズ160を移動させる。

【0683】第2の光ダイアスを再生するための第2半導体レーザ112は、レーザ/検出器集積ユニット400に光検出器302およびホログラム230とユニット化されている。

【0684】第2半導体レーザ112から出射された光束は、ホログラム230を透過し、光合成手段であるビームスプリッタ190で反射され、ビームスプリッタ120、コリメータ130、1/4波長板140を透過し平行光束となる。さらに絞り170、対物レンズ160を介して第2の光ダイアス2000の透明基板210を介して情報記録面220に集光される。

【0685】そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ160

(85)

167

0、絞り170を介し、1/4波長板140、コリメータ130、ビームスプリッタ120を透過し、ビームスプリッタ190で反射され、ホログラム230で回折されて光検出器302上へ入射し、その出力信号を用いて、第2光ディस्क200に記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0686】また、光検出器302上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキングを行い、2次元アクチュエータ150により、合焦、トラッキングのために対物レンズ160を移動させる。

【0687】透明基板の厚さt1が第1の光ディスクとほぼ同じで、波長λ1の第1の光源で記録再生するためには必要な前記対物レンズの光情報記録媒体側の必要開口数NAも第1の光ディスクと同程度の第3のSuper RENS方式のディスクを記録再生する場合について説明する。

【0688】Super RENS方式のディスクは、現在精力的に検討が進められているもので、その構成の1例を図109に示す。その記録再生は近接場光学に基づき、再生信号としては反射光を利用する方式と透過光を利用する方式があり、本実施例の構成は透過光を利用して再生信号を得る方式を示す。

【0689】Super RENS方式の第3のディスクを記録再生する場合には、第1半導体レーザ111からビームを出射し、発散光束の発散角を小さくするカッピングレンズ60、光合成手段であるビームスプリッタ190、ビームスプリッタ120を透過し、さらにコリメータ130、1/4波長板140を透過し平行光束となる。さらに絞り170によって絞られ、対物レンズ160により第1の光ディスク200の透明基板210、第1の保護膜240を介して非線形光学膜250に集光される。非線形光学膜250には、微小な開口が形成され、第2の保護膜260を介して情報記録層上の情報記録面220にエネルギーが伝達される。そして、情報記録面220で情報ビットにより変調されて透過した光は、第3の保護膜270を透過し、対物レンズとは反対側の集光レンズ90で集められ、光検出器305に到達し、その出力信号により、第3の光ディスク200に情報記録された情報の読み取り信号が得られる。

【0690】一方、非線形光学膜250から反射された光束は、再び対物レンズ160、絞り170を介して、1/4波長板140、コリメータ130を透過して、ビームスプリッタ120に入射し、ここで反射され、シリンドリカルレンズ180で非点収差が与えられ、回折レンズ50を介して光検出器301上へ入射する。光検出器301上でのスポットの形状変化、位置変化による光量変化を検出して、合焦検出やトラッキング検出を行う。この検出に基づいて2次元アクチュエータ150が第1の半導体レーザ111からの光束を第1の光ディスク20

(86)

169

装置のハウジングの製造ベラツキが小さく押さえられているため、半導体レーザとコリメータの間隔を調整しなくとも、実用上問題ない程度の平行光が得られる。【0696】ところで、波長の異なる2つの光源により、透明基板の厚さが異なる2種類の光情報記録媒体の記録及び/または再生する場合において、回折パターンを有する対物レンズを用い、さらにそれぞれの光源に対して0でない同じ次数の回折光を利用する場合において、レーザの発振波長の変動により球面収差の変動が既存の両面非球面対物レンズと比較して大きい、特に、実施例6のような対物レンズでは、650nmの波長においては波面収差が0.001λrmsであるが波長が±10nm変化すると0.035λrms程度に劣化する。

このとき発生するのは球面収差である。半導体レーザに発振波長の固有波長があり、光ビックアップ装置に個体の大きい半導体レーザを適用すると、回折パターンを有する対物レンズの球面収差の規格が厳しくなるといった問題が生じる。

【0697】光ビックアップ装置に用いられる対物レンズでは、入射光束が平行光から発散光になると負の3次球面収差が増加し、平行光束から収束光になると正の3次球面収差が増加するのであるが、対物レンズへの入射光束の発散度を変えることで、3次の球面収差をコントロールすることができ、実施例6のような対物レンズにおいては、半導体レーザの発振波長の個体差で発生する球面収差の主成分は3次の球面収差であることから、対物レンズへの入射光束の発散度を変えることにより、集光光学系全体の3次の球面収差を設計通りにすることができ、

*

球面収差	6.35mm	7.50mm
球面収差	3.370	3.397
球面収差	6.404mm	0
対物レンズ係数		
球面収差	xi	di
1		ni
2	2.131	2.6
3	-6.378	1.657
4		0.5
5		1.2

di, niは、第1光情報記録媒体(t1=0.6mm)のときの値

di', ni'は、第2光情報記録媒体(t2=1.2mm)のときの値

di, niは、第1光情報記録媒体(t1=0.6mm)のときの値

di', ni'は、第2光情報記録媒体(t2=1.2mm)のときの値

【0705】di', ni'は、第2光情報記録媒体

【表21】

170

* 【0698】なお、集光光学系にコリメータ等のカップリングレンズがあれば、これを光軸方向に動かすことで、対物レンズの3次の球面収差をコントロールすることとできる。また、コリメータ等のカップリングレンズがある場合は、半導体レーザを光軸方向に動かすことで、同様に目的が達成される。もちろん、コリメータ等のカップリングレンズがある場合も、半導体レーザを光軸方向に動かしてもよい。

【0699】(実施例19)

【0700】以下、第8の実施の形態に係わる対物レンズの具体例として、球面収差補正レンズの実施例19を図111及び表20、表21に示す。

【0701】表20中、rは屈折面の曲率半径、di, di'は面間隔、ni, ni'は主波長の屈折率を示す。また、面形状式を次の(数4)に示す。

【0702】

【数4】

$$X = \frac{h^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa) \left(\frac{h^2}{4r^2} \right)}} + \sum A_i h^i$$

但し、Xは光軸方向の軸、hは光軸と垂直方向の軸、光の進行方向を正とし、rは近軸曲率半径、κは円錐形数、A_iは非球面係数、P_j(P_i≥3)は非球面べき数である。

【0703】また、回折面は光路差関数として数1に示す通りである。単位はmmとして表している。

【0704】

【表20】

(87)

第1面	第1分面数	0.5131, 6.984
(非記録媒)	$\alpha = -8.6612 \times 10^{-3}$	
	$A_1 = -8.3000 \times 10^{-3}$	$P_1 = 4.0$
	$A_2 = -6.5500 \times 10^{-3}$	$P_2 = 6.0$
	$A_3 = -9.4024 \times 10^{-3}$	$P_3 = 8.0$
(記録媒)	$A_4 = -2.8750 \times 10^{-3}$	$P_4 = 10.0$
	$B_1 = 0$	
	$B_2 = -8.3027 \times 10^{-4}$	
	$B_3 = -1.6452 \times 10^{-4}$	
(非記録媒)	$B_4 = 1.3106 \times 10^{-4}$	
	第2分面数	1.688453
	$\alpha = -9.8006 \times 10^{-3}$	
	$A_1 = -6.0790 \times 10^{-3}$	$P_1 = 4.0$
(非記録媒)	$A_2 = -2.8149 \times 10^{-3}$	$P_2 = 6.0$
	$A_3 = -6.6755 \times 10^{-3}$	$P_3 = 8.0$
	$A_4 = -2.8790 \times 10^{-3}$	$P_4 = 10.0$
(非記録媒)	$\alpha = -2.4934 \times 10^{-3}$	$P_1 = 4.0$
	$A_1 = -6.6641 \times 10^{-3}$	$P_2 = 6.0$
	$A_2 = -7.7566 \times 10^{-3}$	$P_3 = 8.0$
	$A_3 = -7.9367 \times 10^{-3}$	$P_4 = 10.0$

171

172

上記実施例のレンズ断面図を図111に、その端面収差を図112に示す。図111において、第2面S2の光軸を含む部分S2dは回折パターンを有し、その外側の部分S2tは非記録面である。図112(a)は波長635nm、第1光情報記録媒体(11=0, 6mm)での端面収差図で十分に収差補正されている。図112(b)は波長780nm、第2光情報記録媒体(12=1, 2mm)での端面収差図であり、第1分割面S2dを通る光軸は回折の効果により端面収差が補正されており、第2分割面S2tを通る光軸はフレア光となり収差と同様の効果になっている。

【0707】上記実施例のレンズは、NAH2=0.5とし、NAL2=0の対物レンズである。このレンズの回折パターン部分は、光軸を中心とした軸上パターンの部分となり、そのステップ数は13程度となる。また、回折パターンの最も光軸から離れた円周部分と面部分との境界は、約21μmの段差を持っている。

【0708】NAH2=0.45とした場合において、回折パターンのステップ数は9程度で、上記段差量は13μm程度である。段差量、回折パターンのステップ数は、ほぼNAH2の4乗に比例する。

【0709】この例のようにNAL2=0の場合には、補正する球面収差に比例して回折パターンのステップ数が増加してしまう。

【0710】本発明の対物レンズにおいては、回折パターンの光軸方向の深さは2μm以下でも良好な効果を得ることができ、やはり回折パターンのステップ数が多いと、金型加工、成形が難しくなるので、できるだけステップ数が少ないことが望ましい。

【0711】これは、①CDの結像倍率をDVDの結像

173

(88)

の端面収差を0とするのではなく、NAL2以下の光束のベストフォーカスにはほぼ一致するようにすれば良い、このベストフォーカス位置は近軸焦点よりオーバーな位置であるため、回折パターンで補正する端面収差は小さくすべし。また、NAL2以下の光束に対しては、回折パターンは不要である。この二つの効果で、NAH2=0.5のとき、回折パターンのステップ数は約6、NAH2=0.45のときは回折パターンのステップ数は4です。

【0718】勿論、CDの結像倍率をDVDの結像倍率より小さくすることで、回折パターンをさらに少なくでき、最低2ステップあれば、DVDとCDの互換再生が可能となる。

【0719】ところで、透明基板厚が0.1mmの高密度光情報記録媒体が提案されている。この記録再生には青色半導体レーザを使用し、2枚玉の対物レンズを用い、NALとして0.85が必要とされている。一方において、CD-RWは透明基板厚が1.2mmで波長780nmの光源を用い、NA2は0.55とされている。この互換光学系では、DVD、CD-R(NAH2=0.5)の場合と比較して、NA2が大きく、1-1.2も大きいため、端面収差の補正量が2.7倍大きい。そのため、回折パターンのステップ数は3.5程度になる。

【0720】さらに、近軸の色収差を補正するには、回折パターンのステップ数を増加すると、数百のステップ数になる。このような場合、回折パターンを複数の光学面に施すことも可能である。

【0721】また、必要に応じて、NAL2からNAH2までの部分の端面収差を面部分としてよい。

【0722】さらに、11>12である場合には、発生する端面収差の符号が逆になるので、1次光を利用することになる。

【0723】同様、DVDとCDの場合も、対物レンズのCDの結像倍率がDVDの結像倍率よりかなり小さくなり、フズンダの端面収差が異なる場合も、同様により1次光を利用することになる。

【0724】なお、現在重要視するものではDVDとCDについて、記録または読みの異なる2つのレーザを使って単一の対物レンズで実施する例について示した。既に説明したとおり、第1の光源の波長をλ1とし、第2の光源の波長をλ2(λ2>λ1)とした場合、11<12である場合は+1次回折光を利用し、11>12である場合は-1次回折光を利用した第1の回折パターンを導入するのであるが、DVD(第1の光源を利用)とCD(第2の光源を利用)の場合は前者である。

【0725】ところで、青色半導体レーザ、SHGレーザ等、近年様々な波長の光源が実用化され、今後とも多くの新しい光情報記録媒体が登場すると思われる。この

174

場合、光情報記録媒体の記録密度から必要となるスポットサイズが決まるが、記録または記録再生に必要なNAは、使用する光源の波長によって変化する。このため、光情報記録媒体の透明基板の厚さ、必要NAが2つの光情報記録媒体にたいして、以下の4つに分類される。

(1) 11<12, NAL1>NA2
(2) 11<12, NAL1<NA2
(3) 11>12, NAL1>NA2
(4) 11>12, NAL1<NA2

【0726】以上の説明においては、特に(1)のケースについて使用する第1の回折パターンのそれぞれの光軸に対する回折次数、第1の回折パターンの範囲(NAH1, NAL1, NAH2, NAL2)、回折パターン部と透過部が同一位置に集光する必要がある光軸の範囲とNA範囲、各光軸に対しての端面収差を設定するNA範囲、各光軸に対しての端面収差が0.07λrms以下である必要性があるNAの範囲、第2の回折パターンのそれぞれの光軸に対する回折次数と第1の回折パターンと同一位置に集光させる必要性、開口制限を導入する場合の、どちらの光軸からの光束を制限するかの条件等について詳述したが、(2)(3)(4)の合については、(1)の詳述から容易に逆行しえるので、詳細な説明は省略した。

【0727】また、レンズの製作時には、回折パターンを刻んだ金型により、プラスチック材料やガラス材料を一体成形することも可能であり、ガラスないしプラスチックの母材に紫外線硬化樹脂等により、本発明の回折パターンを含む光軸パターンを形成してもよい。さらに、コーティングや、直接加工により製作してもよい。

【0728】上述のように、本発明の効果を持つ光学面は、対物レンズとは別の光学素子に設け、光学素子を対物レンズの光軸側ないしは光情報記録媒体側に配置してもよい。勿論、コリメータや光合成手段の第1の光源からの光束と第2の光源からの光束とが共に通過する光学面に配置してもよい。しかし、トラッキング等で対物レンズが動く際に、回折パターンの光軸と対物レンズの光軸とが相対的に移動するため、トラッキングの量が制限される。

【0729】また、既述の都合上、回折パターンは光軸軸に対して同心円状としたが、これに制限されるものではない。

【0730】以上の実施例1~19に具体的に示した対物レンズは、いずれも単一レンズからなる例を挙げたが、対物レンズが複数のレンズから構成されたものでもよく、その少なくとも1つの面に本発明の回折面を有する場合も本発明に含まれるものである。

【0731】本発明において、特定次数の回折光を選択的に発生するとは、所定の波長の光に対して、特定次数の回折光の回折効率がその特定波長以外の他の次数のそれよりその回折光の回折効率よりも高いことをいうことは

(93)

183

第1半導体レーザ

11

青色レーザ

12

第2半導体レーザ

13

対物レンズ

16

フランジ部

16a

光ディスク

20

透明基板

21

情報記録面

22

第1半導体レーザ

111, 112

偏光ビームスプリッタ

120, 121, 122

コリメータ

130, 131, 132

1/4波長板

140, 141, 142

2次元アキュエータ

150

対物レンズ

160

絞り

170

シリンドリカルレンズ

180

184

ビームスプリッタ

190

光ディスク

200

透明基板

210

情報記録面

220

230, 231, 232

ホログラム

240

第1の保護膜

250

非線形光学膜

260

第2の保護膜

270

第3の保護膜

300, 301, 302, 305

光検出器

400, 410, 420, 430

レーザ/検出器集積

ユニット

50

凹レンズ

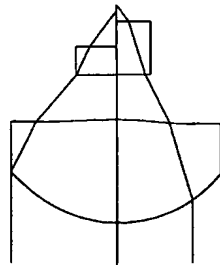
60

カップリングレンズ

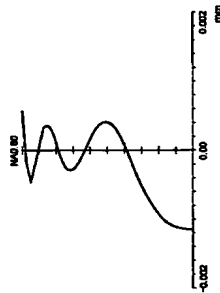
90

集光レンズ

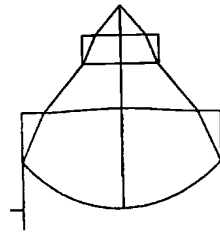
【図1】



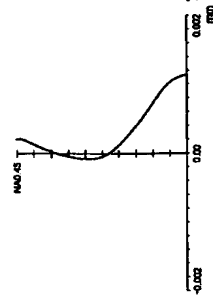
【図2】



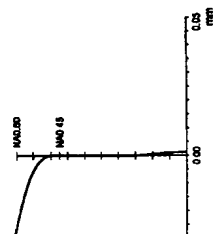
【図7】



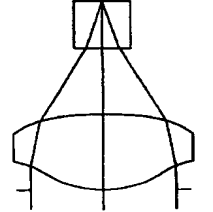
【図3】



【図4】

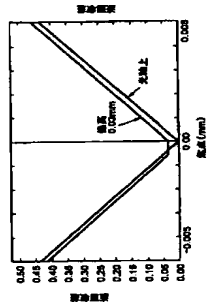


【図19】

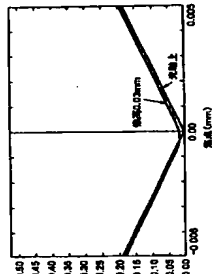


(94)

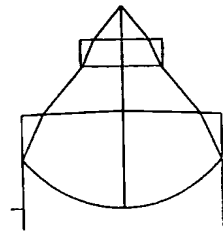
【図5】



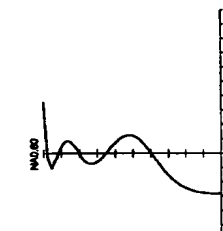
【図6】



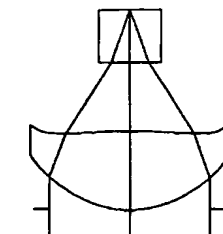
【図8】



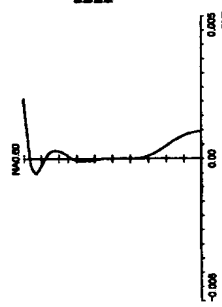
【図9】



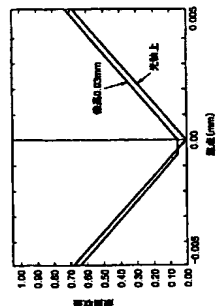
【図21】



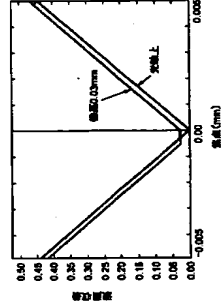
【図10】



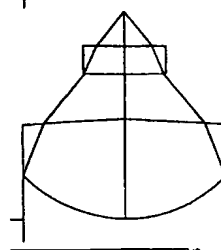
【図11】



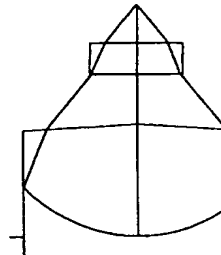
【図12】



【図13】

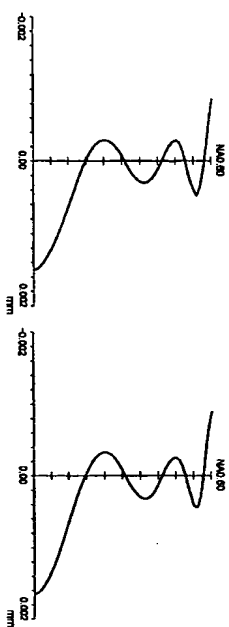


【図14】

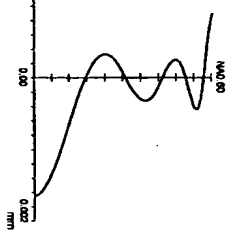


(95)

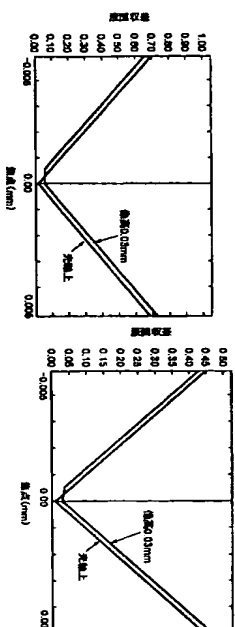
【図15】



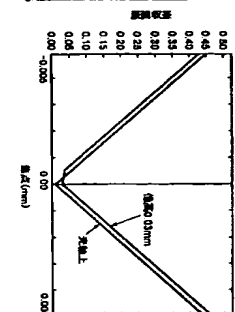
【図16】



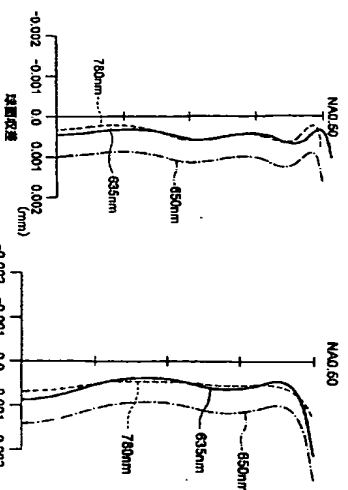
【図17】



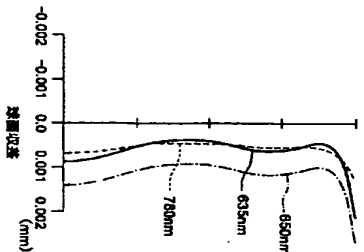
【図18】



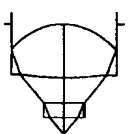
【図20】



【図22】

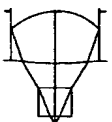


【図23】



実物像の断面図と直径 $\lambda=650\text{nm}$ に対する光強度

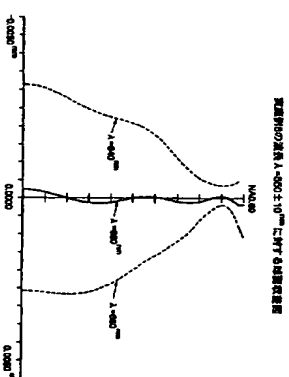
【図24】



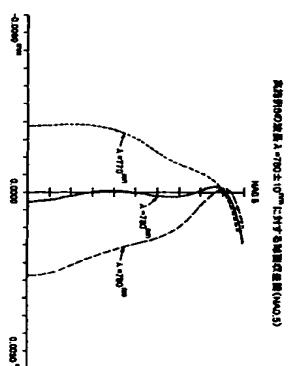
実物像の断面図と直径 $\lambda=780\text{nm}$ (NA0.5) に対する光強度

(96)

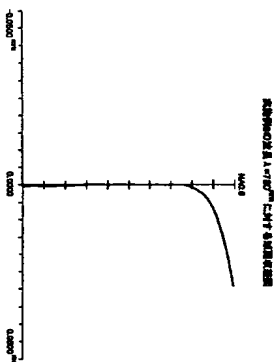
【図25】



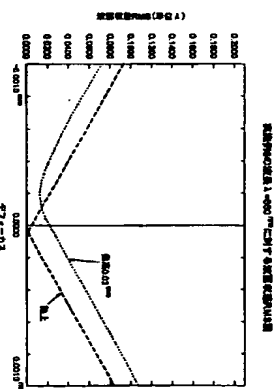
【図26】



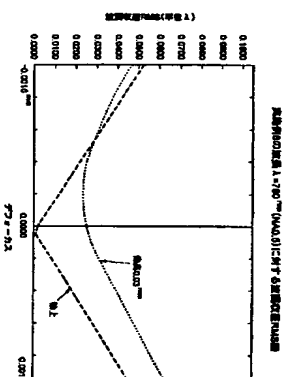
【図27】



【図28】



【図29】

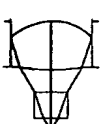


【図30】



実物像の断面図と直径 $\lambda=650\text{nm}$ に対する光強度

【図31】

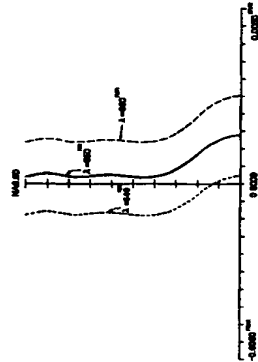


実物像の断面図と直径 $\lambda=780\text{nm}$ (NA0.5) に対する光強度

(97)

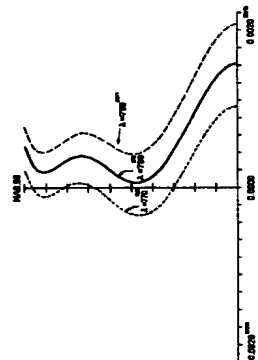
【図32】

実数部の変長 $\lambda = 450 \pm 10 \text{ nm}$ に対する伝達率特性



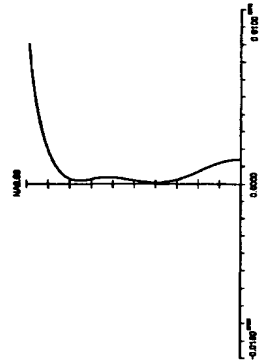
【図33】

実数部の変長 $\lambda = 470 \pm 10 \text{ nm}$ に対する伝達率特性 (NA0.50)



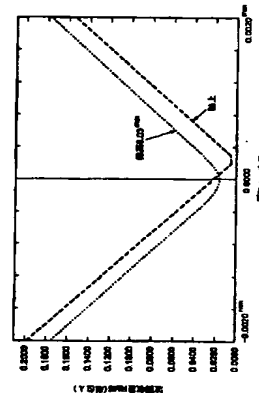
【図34】

実数部の変長 $\lambda = 470 \text{ nm}$ に対する伝達率特性 (NA0.50)



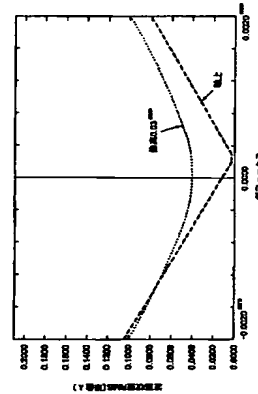
【図35】

実数部の変長 $\lambda = 450 \text{ nm}$ に対する伝達率特性 (NA0.50)



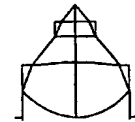
【図36】

実数部の変長 $\lambda = 470 \text{ nm}$ に対する伝達率特性 (NA0.50)



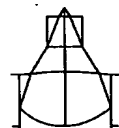
【図37】

実数部の変長 $\lambda = 450 \text{ nm}$ に対する伝達率特性 (NA0.50)

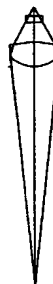


【図38】

実数部の変長 $\lambda = 470 \text{ nm}$ (NA0.5) に対する伝達率特性



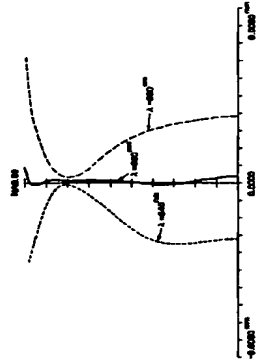
【図50】



(98)

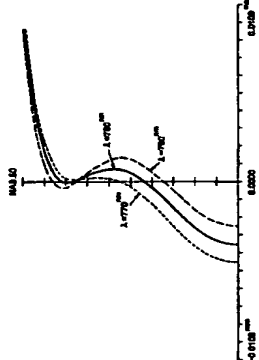
【図39】

実数部の変長 $\lambda = 450 \pm 10 \text{ nm}$ に対する伝達率特性



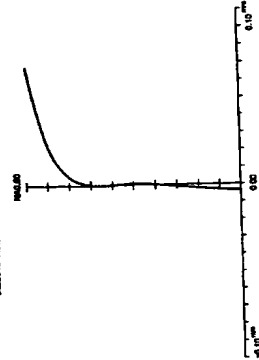
【図40】

実数部の変長 $\lambda = 470 \pm 10 \text{ nm}$ に対する伝達率特性



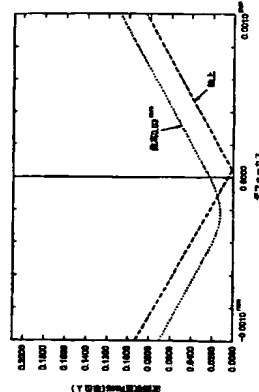
【図41】

実数部の変長 $\lambda = 470 \text{ nm}$ に対する伝達率特性 (NA0.50)



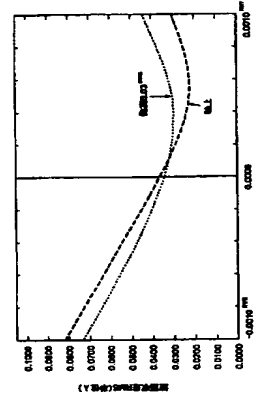
【図42】

実数部の変長 $\lambda = 450 \text{ nm}$ に対する伝達率特性 (NA0.50)



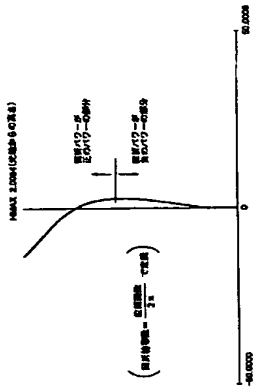
【図43】

実数部の変長 $\lambda = 470 \text{ nm}$ に対する伝達率特性 (NA0.50)



【図44】

実数部の変長 $\lambda = 450 \text{ nm}$ に対する伝達率特性 (NA0.50)



【図51】

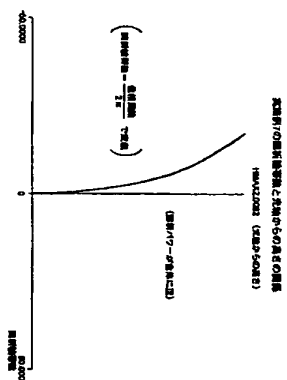


【図57】

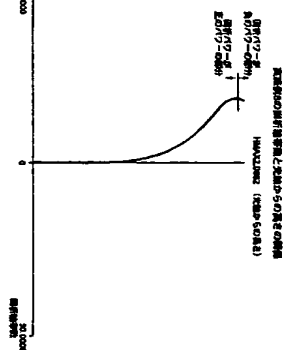


(99)

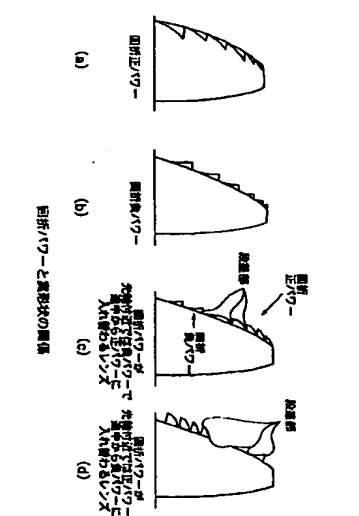
【図45】



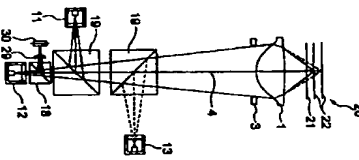
【図46】



【図47】

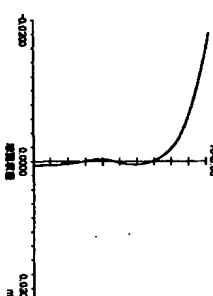


【図48】



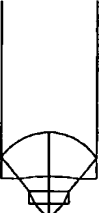
(100)

【図49】

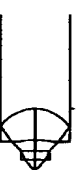


【図54】

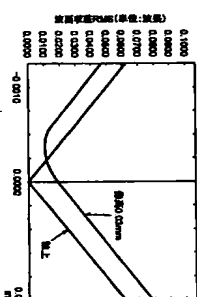
【図68】



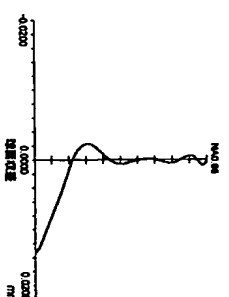
【図69】



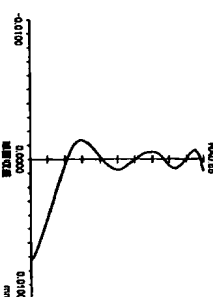
【図55】



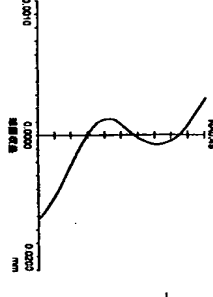
【図60】



【図61】



【図62】

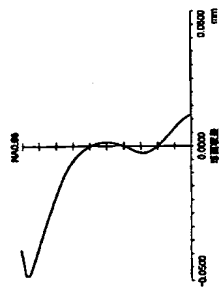


【図70】

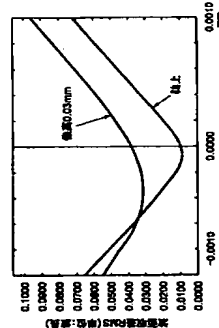


(101)

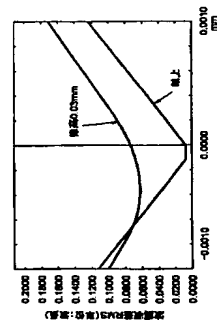
【図63】



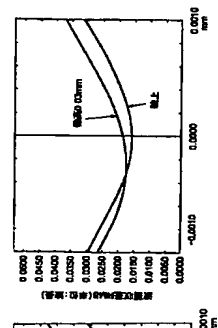
【図64】



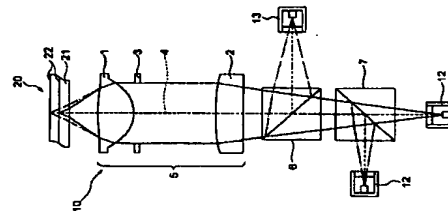
【図65】



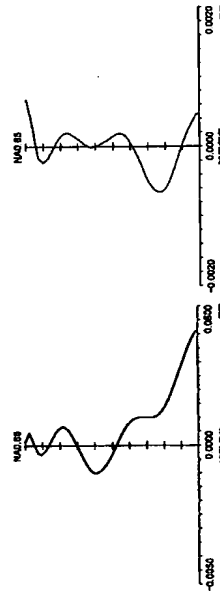
【図66】



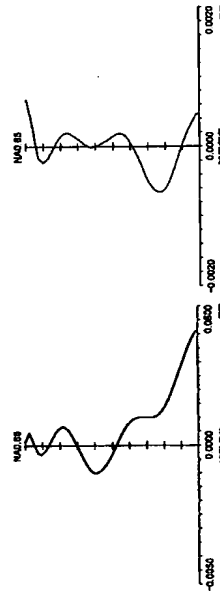
【図67】



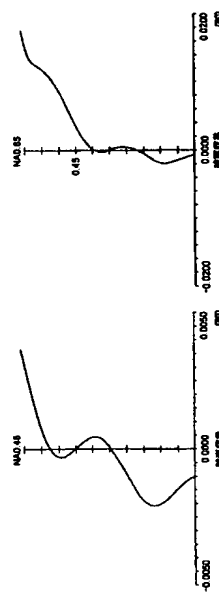
【図71】



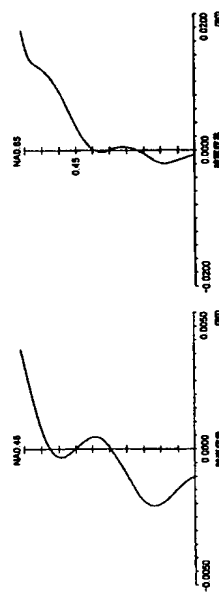
【図72】



【図73】

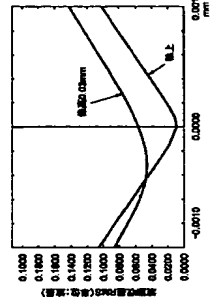


【図74】

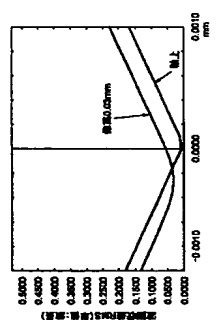


(102)

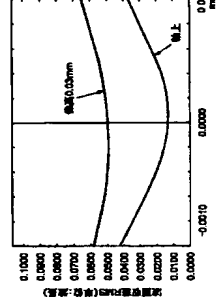
【図75】



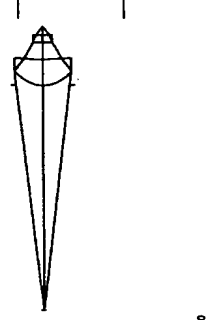
【図76】



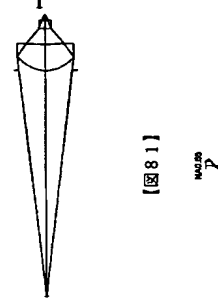
【図77】



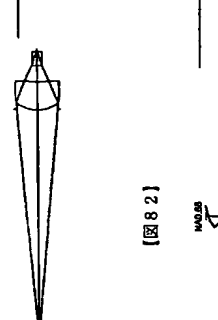
【図78】



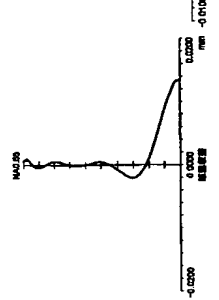
【図79】



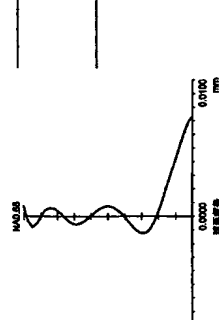
【図80】



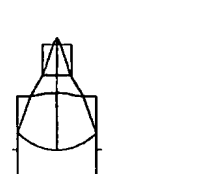
【図81】



【図82】

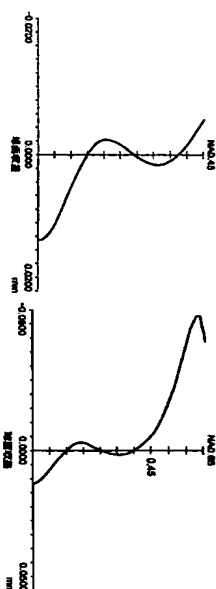


【図90】

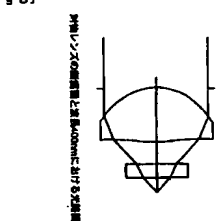


(103)

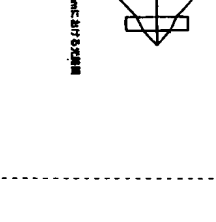
【図83】



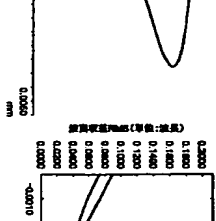
【図84】



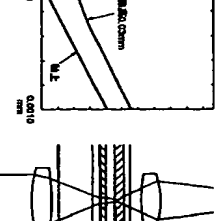
【図85】



【図86】



【図87】

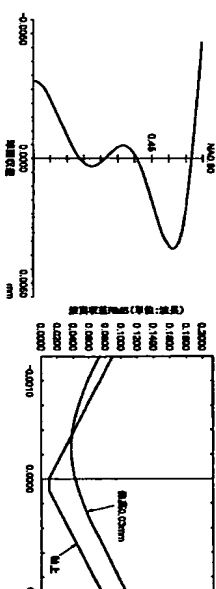


【図88】

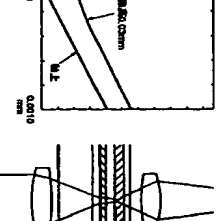


(104)

【図94】



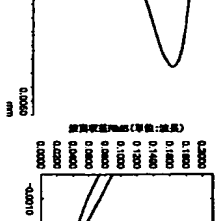
【図95】



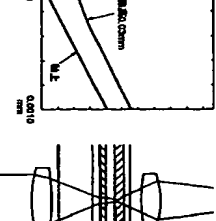
【図96】



【図97】



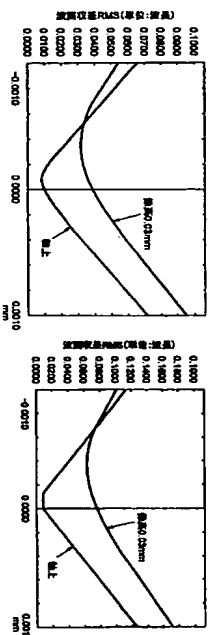
【図98】



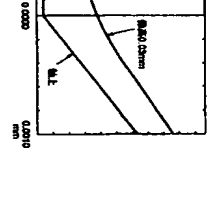
【図99】



【図91】



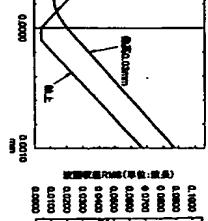
【図92】



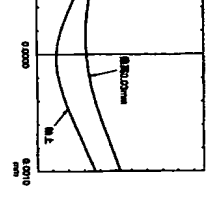
【図93】



【図94】



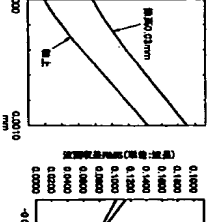
【図95】



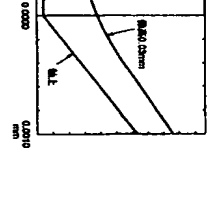
【図96】



【図97】



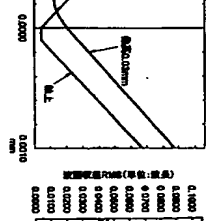
【図98】



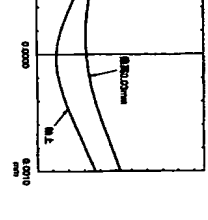
【図99】



【図100】



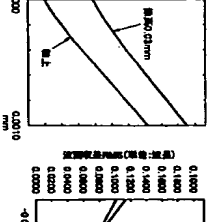
【図101】



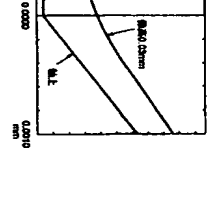
【図102】



【図103】



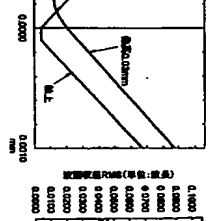
【図104】



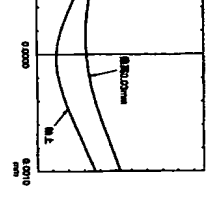
【図105】



【図106】



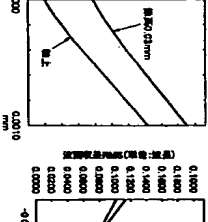
【図107】



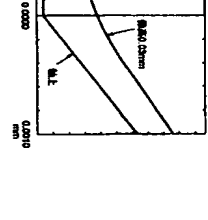
【図108】



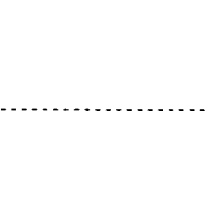
【図109】



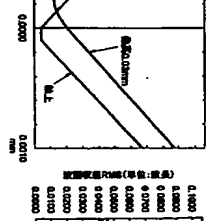
【図110】



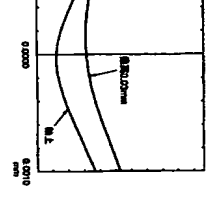
【図111】



【図112】



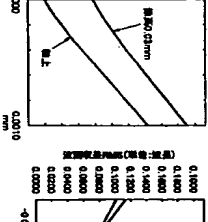
【図113】



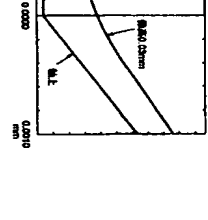
【図114】



【図115】



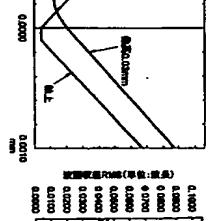
【図116】



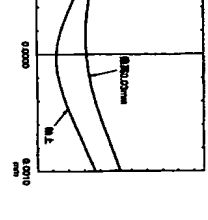
【図117】



【図118】



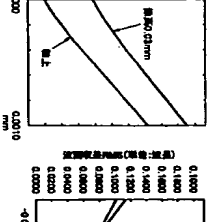
【図119】



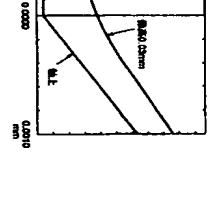
【図120】



【図121】



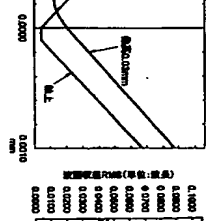
【図122】



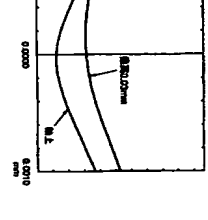
【図123】



【図124】



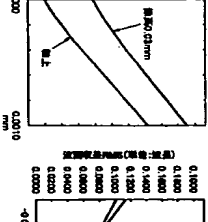
【図125】



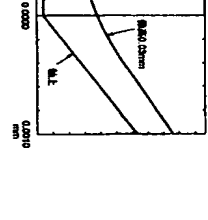
【図126】



【図127】



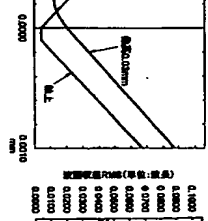
【図128】



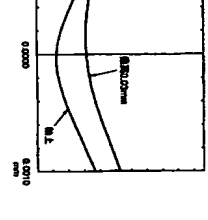
【図129】



【図130】



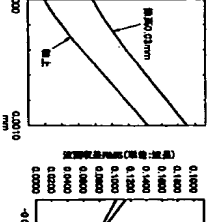
【図131】



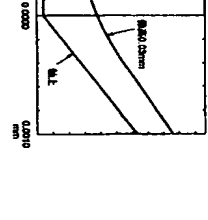
【図132】



【図133】



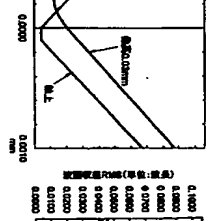
【図134】



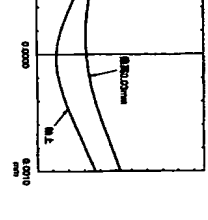
【図135】



【図136】



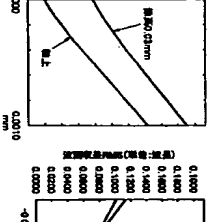
【図137】



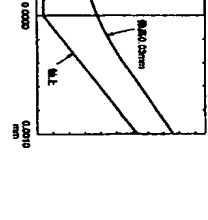
【図138】



【図139】



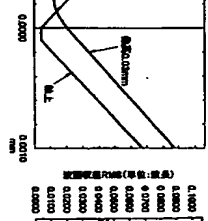
【図140】



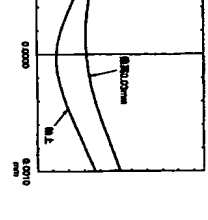
【図141】



【図142】



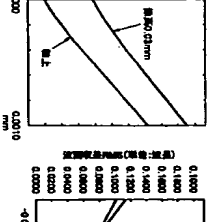
【図143】



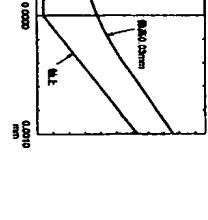
【図144】



【図145】



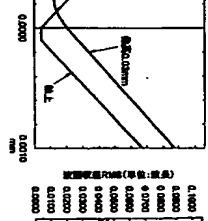
【図146】



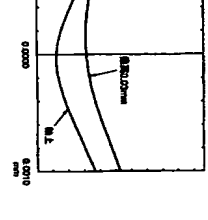
【図147】



【図148】



【図149】



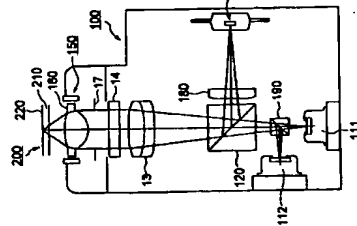
【図150】



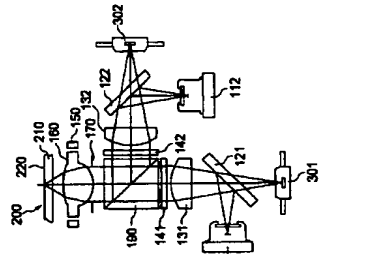
【図151】

(105)

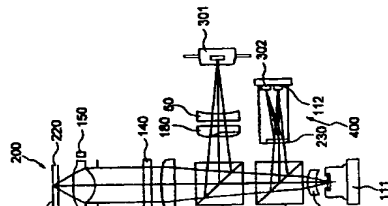
【図102】



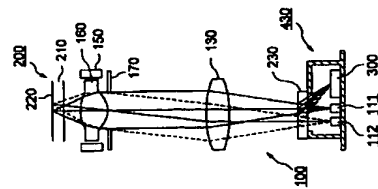
【図103】



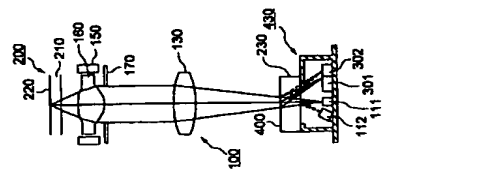
【図104】



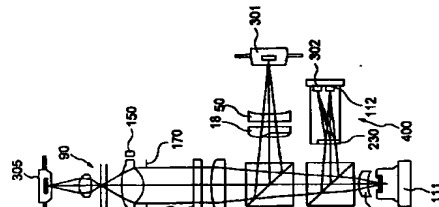
【図106】



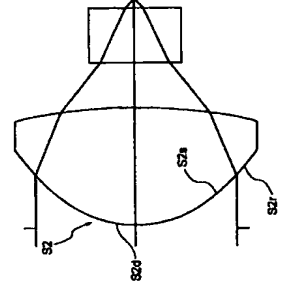
【図107】



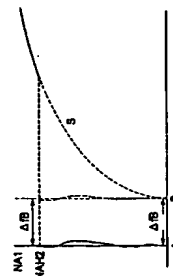
【図108】



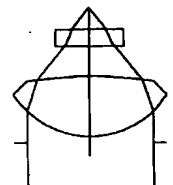
【図111】



【図114】

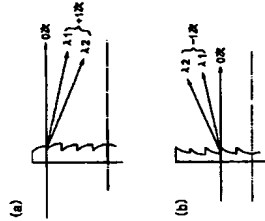


【図122】

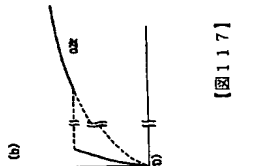


(106)

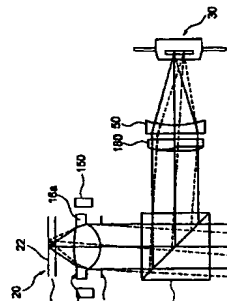
【図113】



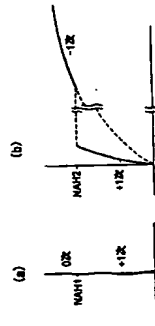
【図115】



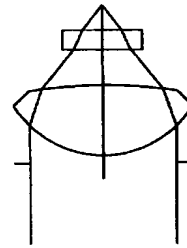
【図117】



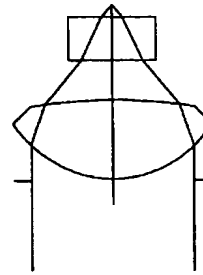
【図116】



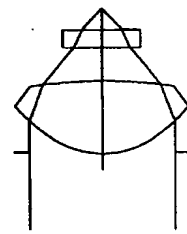
【図118】



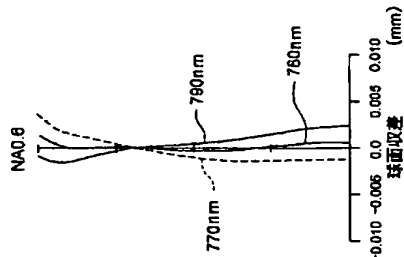
【図120】



【図126】

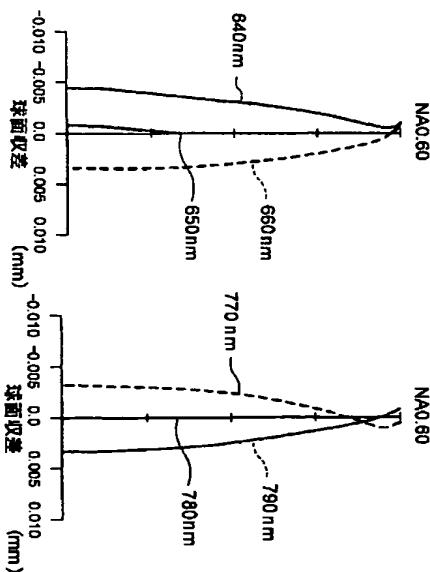


【図125】

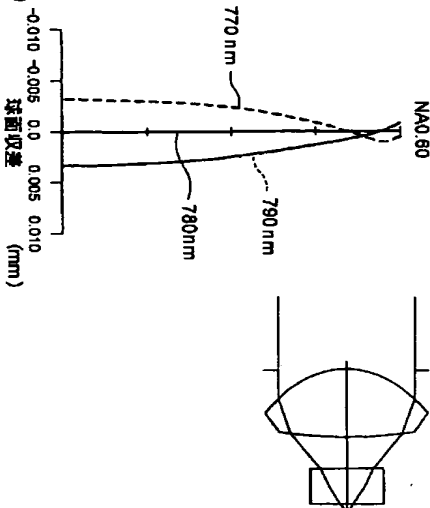


(107)

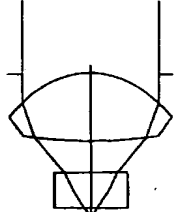
【図119】



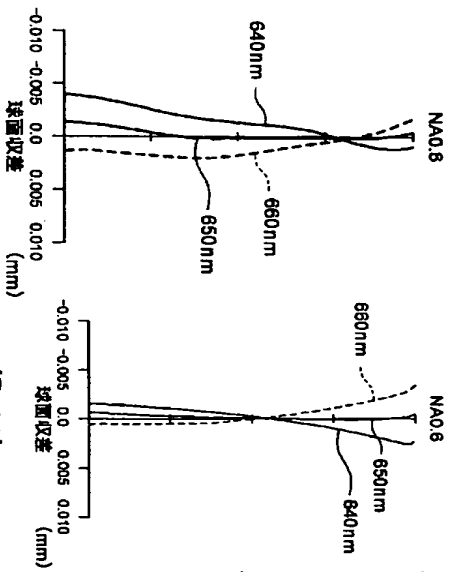
【図121】



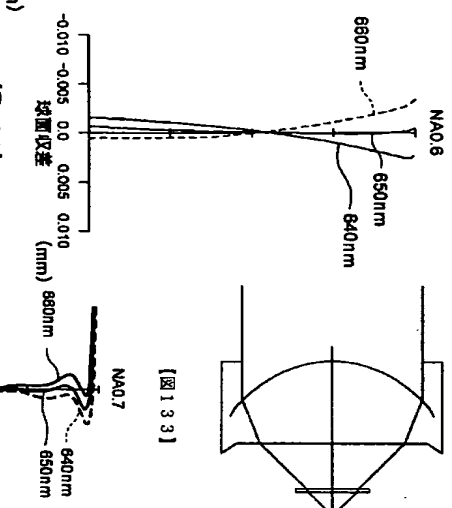
【図128】



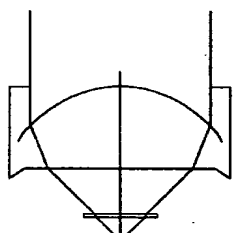
【図123】



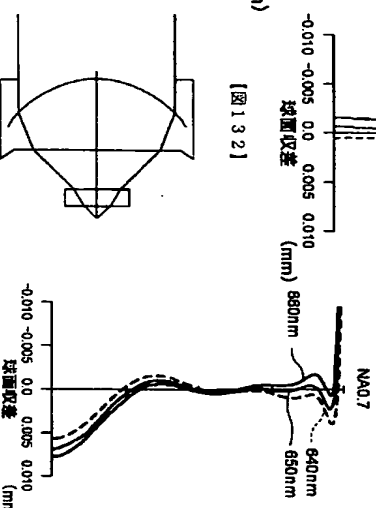
【図127】



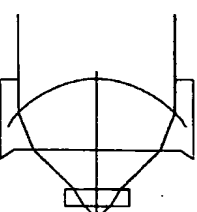
【図130】



【図133】

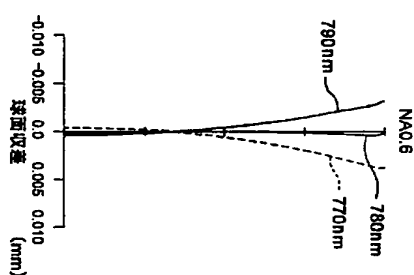


【図132】

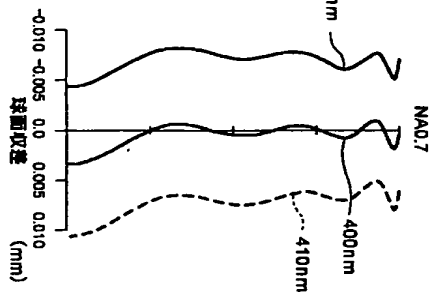


(108)

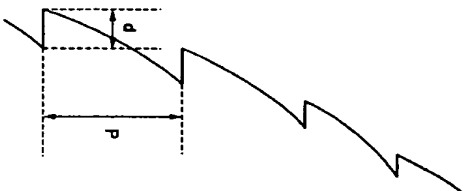
【図129】



【図131】



【図134】



フロントページの続き

(5) Int. Cl.⁷
G11B 7/004
7/125

識別記号

F I
G11B 7/004
7/125

フリーコード(参考)

Z

A

(109)

7/24	5 3 1	7/24	5 3 1 Z
(31) 優先権主張番号	特願平11-15010	(72) 発明者	桐木 俊彦
(32) 優先日	平成11年1月22日 (1999. 1. 22)		東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平11-257466	F ターム (参考)	2H049 AA03 AA04 AA18 AA43 AA45
(32) 優先日	平成11年9月10日 (1999. 9. 10)		AA57 AA65
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	2H087 KA13 LA01 NA08 NA14 PA01	
(31) 優先権主張番号	特願平11-312701	PA17 PB01 QA02 QA06 QA07	
(32) 優先日	平成11年11月2日 (1999. 11. 2)	QA12 QA14 QA32 QA34 RA05	
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	RA12 RA13 RA42 RA46 UA01	
(72) 発明者	斉藤 真一郎	5D029 KB14	
	東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株	5D090 AA01 BB02 BB05 CC16 LL01	
	式会社内	5D119 AA41 BA01 BB01 BB04 EC45	
(72) 発明者	小嶋 俊之	EC47 FA08 JA43 JA44 JA58	
	東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株	JA63 JB02 JB04	
	式会社内		

(54) 【発明の名称】 光ビックアップ装置、この光ビックアップ装置を備えた記録再生装置、光学素子、情報の記録再生方法、光学系、レンズ、光ディスク用回折光学系、再生装置及び光ビックアップ装置用対物レンズ

